



TUGAS AKHIR - RP141501

**PEMODELAN IMPLEMENTASI PRODUKSI BERSIH PADA
INDUSTRI PENGASAPAN IKAN PARI SKALA UMKM
DENGAN *SYSTEM DYNAMICS* (STUDI KASUS: SENTRA
IKAN BULAK, KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA)**

**JENNIE YUWONO
NRP 3613100062**

**Dosen Pembimbing
Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc, Ph.D**

**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RP141501

**SYSTEM DYNAMICS MODELLING OF CLEANER
PRODUCTION AS IMPLEMENTED IN SME-SCALED
SMOKED RAY INDUSTRY (CASE STUDY: SENTRA IKAN
BULAK, BULAK SUB DISTRICT, SURABAYA)**

**JENNIE YUWONO
NRP 3613100062**

**Supervisor
Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc, Ph.D**

**DEPARTMENT OF URBAN AND REGIONAL PLANNING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN IMPLEMENTASI PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI PENGASAPAN IKAN PARI SKALA UMKM DENGAN *SYSTEM DYNAMICS* (STUDI KASUS: SENTRA IKAN BULAK, KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

JENNIE YUWONO
NRP. 3613 100 062

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 1978010820031210002

SURABAYA, JULI 2017

PEMODELAN IMPLEMENTASI PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI PENGASAPAN IKAN PARI SKALA UMKM DENGAN *SYSTEM DYNAMICS* (STUDI KASUS: SENTRA IKAN BULAK, KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA)

Nama : Jennie Yuwono
NRP : 3613100062
Departemen : Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik
Sipil dan Perencanaan, ITS
Pembimbing : Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc, Ph.D

Abstrak

Kota Surabaya memiliki klaster industri pengolahan ikan skala UMKM di Kawasan Kenjeran, yang mana salah satu industrinya adalah industri pengasapan. Akan tetapi, kegiatan tersebut pernah ditengarai menjadi penyebab menurunnya kualitas perairan Kenjeran. Untuk mencegah kerusakan yang lebih parah, solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur pembuangan sisa pembersihan ikan. Saat ini kegiatan pengasapan ikan yang terkonsentrasi di Sentra Ikan Bulak (SIB), Kecamatan Bulak, sudah menerapkan produksi bersih secara sederhana. Pada dasarnya implementasi produksi bersih di industri pengolahan ikan adalah sebuah urgensi karena industri ini mengonsumsi air dalam jumlah yang banyak dan memiliki potensi timbulan limbah yang tinggi. Di SIB, selain memproduksi komoditas utama berupa ikan pari asap, unit pengasapan ikan yang beroperasi juga memanfaatkan limbah kulit pari dan arang batok menjadi produk bernilai ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari di SIB yang telah menerapkan produksi bersih melalui

pemodelan dengan system dynamics. Sampel diambil sebanyak 17 unit usaha pengasapan ikan pari yang beroperasi di Sentra Ikan Bulak. Validasi dilakukan dengan cara uji MAPE dan uji RMSE.

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa: (1) proses pengasapan meningkatkan nilai penjualan ikan pari sebesar 27% dibandingkan ikan pari yang dijual tanpa mengalami proses pengasapan; (2) nilai dari penjualan limbah yang memiliki nilai ekonomis (limbah kulit pari dan arang batok) berkontribusi sebesar 39,96% terhadap nilai penjualan total produk industri pengasapan ikan pari; (3) nilai penjualan limbah mampu meningkatkan nilai penjualan ikan pari asap sebesar 58%.

Kata Kunci: Ikan Pari, Industri Pengasapan Ikan Pari, Produksi Bersih, Sentra Ikan Bulak, System Dynamics

SYSTEM DYNAMICS MODELLING OF CLEANER PRODUCTION AS IMPLEMENTED IN SME-SCALED SMOKED RAY INDUSTRY (CASE STUDY: SENTRA IKAN BULAK, BULAK SUB DISTRICT, SURABAYA)

Name : Jennie Yuwono
NRP : 3613100062
Departement : Urban and Regional Planning, Faculty of Civil Engineering and Planning, ITS
Supervisor : Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc, Ph.D

Abstract

Surabaya has a cluster of SME-scaled fish-processing industries, which is specifically located in Kenjeran Area. One of many industries that form the cluster is smoked fish industry. However, it was mentioned that smoked fish industry has contributed to the depletion of the water quality in Kenjeran. In order to reduce further negative impacts, waste management is recommended to overcome this issue. Nowadays the smoked fish processing, including smoked ray, in Sentra Ikan Bulak (SIB) has already implemented cleaner production through simple method. Basically, the implementation of clean production has become an urgency since fish processing industries are industries that highly consume water and produce a huge amount of waste.

The aim of this research is to predict the selling value that could be gained by smoked ray processing industry in SIB which already implement cleaner production trough system dynamics modelling.

Besides producing smoked ray, producers in SIB has also gained benefit from waste with economic value. Those are ray fish skin and bricks.

From the simulation that has been done, it could be identified that: (1) the smoking process has increased the selling value of ray by 27%, compared to ones that are not processed; (2) the selling value of waste with economic value has contributed for 39,69% of the total selling value that

came from the smoked fish processing industry; (3) the selling value of waste has increased the selling value of smoked fish by 58%.

Keywords: clean production, smoked ray industry, system dynamics, ray fish, Sentra Ikan Bulak

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji dan syukur marilah kita panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan naskah seminar yang berjudul **“Pemodelan Implementasi Produksi Bersih pada Industri Pengasapan Ikan Pari Skala UMKM dengan *System Dynamics* (Studi Kasus: Sentra Ikan Bulak, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya)”** ini dengan tepat waktu.

Penyusunan naskah tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada:

- (1) Darwati dan Arief S. Yuwono, selaku orang tua penulis, yang selalu mendukung berbagai upaya yang telah dilakukan penulis (termasuk dengan humor recehnya)
- (2) Bapak Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc., Ph.D sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis mulai dari pengembangan ide hingga proses penulisan
- (3) Ibu Hertiar Idajati, S.T, M.Sc dan Ibu Niniet Indah Arvitrida S.T, M.T, sebagai dosen penguji Sidang Ujian (SU) yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis
- (4) Ibu Rulli Pratiwi Setiawan, S.T, M.Sc, sebagai dosen pendamping mata kuliah Metodologi Penelitian di semester 6 yang telah memberikan banyak inspirasi mengenai penelitian dan pengembangan model *system dynamics*
- (5) Teman-teman sebangkian: Wibi, Ali, Aga, Edo, dan Ricil
- (6) Teman-teman PWK ITS angkatan 2013 (OSTEON), yang telah mewarnai masa perkuliahan
- (7) Teman-teman SMA Negeri 1 Bogor Angkatan Meriam Baja yang sama-sama merantau di Surabaya

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam naskah seminar ini sehingga masih memerlukan proses

penyempurnaan. Akhir kata, penulis berharap bahwa naskah seminar ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalam.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	iii
Abstract	v
Kata Pengantar.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan dan Sasaran.....	5
1.4. Ruang Lingkup	6
1.4.1. Ruang Lingkup Substansi	6
1.4.2. Ruang Lingkup Pembahasan	6
1.4.3. Ruang Lingkup Wilayah.....	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.5.1. Manfaat Teoritis.....	6
1.5.2. Manfaat Praktis	7
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Konsep Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah	13
2.1.2. Klasifikasi Usaha Skala Mikro, Kecil, dan Menengah	13

2.1.3. Karakteristik Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah	13
2.2. Konsep Hasil Utama dan Sampingan	15
2.3. Konsep Industri Pengolahan Ikan	16
2.3.1. Corak Industri Pengolahan Ikan	16
2.3.2. Klasifikasi Industri Pengolahan Ikan	19
2.3.3. Pengasapan Ikan Berbahan Baku Ikan Pari	22
2.3.4. Produksi Bersih pada Industri Pengolahan Ikan	25
2.4. Konsep Pemodelan <i>System Dynamics</i>	28
2.5. Penelitian Terdahulu	30
2.5.1. Penelitian Kholil dan Dwiharyadi (2007)	30
2.5.2. Penelitian Purwaningsih (2012)	32
2.5.3. Penelitian Fatma (2015)	32
2.6. Sintesis Pustaka	37
BAB III METODE PENELITIAN	43
3.1. Pendekatan Penelitian	43
3.2. Jenis Penelitian	43
3.3. Faktor dan Variabel Penelitian	44
3.4. Populasi dan Sampel	46
3.5. Metode Pengumpulan Data	47
3.5.1. Metode Pengumpulan Data Untuk Sasaran 1	47
3.5.2. Metode Pengumpulan Data Untuk Sasaran 2	47
3.6. Metode Analisis	49
3.7. Tahapan Penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Gambaran Umum	55

4.1.1. Gambaran Umum Kecamatan Bulak	55
4.1.2. Gambaran Umum Pengolahan Ikan di Kawasan Kenjeran..	56
4.1.3. Gambaran Umum Sentra Ikan Bulak.....	57
4.1.3. Gambaran Kependudukan Kota Surabaya.....	60
4.2. Analisis dan Pembahasan.....	60
4.2.1. Batasan Sistem.....	61
4.2.2. Formulasi Model.....	71
4.2.3. Pembuatan Interface	93
4.2.4. Uji Validasi.....	95
4.2.5. Verifikasi Model.....	98
4.2.6. Simulasi Model <i>System Dynamics</i>	99
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	121
5.1. Kesimpulan	121
5.2. Rekomendasi.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....	125
BIOGRAFI PENULIS	149

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A JAWABAN LEMBAR SCREENING.....	129
LAMPIRAN B POIN PERTANYAAN DAN OBSERVASI MENGENAI PROSES PRODUKSI	133
LAMPIRAN C REKAPAN KUESIONER	1355
LAMPIRAN D OUTPUT HASIL SIMULASI NILAI PENJUALAN DAN PRODUKSI LIMBAH.....	1377
LAMPIRAN E OUTPUT HASIL SIMULASI SUBMODEL KONSUMSI	14343

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Karakteristik UMKM berdasarkan Skala Usaha.....	14
Tabel II. 2 Komposisi Tubuh Ikan Pari	23
Tabel II. 3 Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Perikanan	27
Tabel II. 4 Kelebihan dan Kekurangan <i>System Dynamics</i>	29
Tabel II. 5 Perbedaan Simbol pada Powersim dan Stella.....	30
Tabel II. 6 Simpulan Bahasan	38
Tabel II. 7 Variabel Penelitian.....	40
Tabel III. 1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	44
Tabel III. 2 Kebutuhan Data	48
Tabel III. 3 Pengerjaan Tiap Sasaran.....	50
Tabel IV. 1 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan Kepadatan Penduduk Hasil Registrasi (Tahun 2015).....	55
Tabel IV. 2 Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Bulak Tahun 2016.....	59
Tabel IV. 3 Angka Imigrasi, Emigrasi, Kematian, dan Kelahiran Kota Surabaya (jiwa).....	60
Tabel IV. 4 Komposisi Tubuh Ikan Pari.....	72
Tabel IV. 5 Kategori Entitas pada Diagram <i>Stock</i>	75
Tabel IV. 6 Formula dalam Model	89
Tabel IV. 7 Uji Validasi dengan Uji MAPE.....	97
Tabel IV. 8 Rasio Nilai Penjualan Produk Terolah dan Tidak Terolah (Periode Simulasi 1 Tahun)	100
Tabel IV. 9 Tabulasi Limbah Padat (Periode Simulasi 1 Tahun)...	106
Tabel IV. 10 Tabulasi Volume Penggunaan Air Bersih dan Volume Limbah Cair (Periode Simulasi 1 Tahun).....	108
Tabel IV. 11 Tabulasi Volume Limbah Tertangani (Periode Simulasi 1 Tahun).....	110
Tabel IV. 12 Tabulasi Nilai Penjualan Produk Utama dan Limbah (Periode Simulasi 1 Tahun).....	114

Tabel IV. 13 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Periode Simulasi 1 Tahun).....115

Tabel IV. 14 Hasil Simulasi Nilai Penjualan Secara Agregat (Periode Simulasi 1 Tahun).....119

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Klasifikasi Produk Industri	16
Gambar II. 2 Pohon Industri Ikan	17
Gambar II. 3 Klasifikasi Industri Pengolahan Ikan <i>Sumber: Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia, 2015</i>	22
Gambar II. 4 Diagram Lingkaran Komposisi Tubuh Ikan Pari	23
Gambar II. 5 Macam-macam Metode Pengasapan.....	24
Gambar II. 6 Limbah Industri Pengasapan Ikan	26
Gambar III. 1 Alur Analisis	51
Gambar III. 2 Tahapan Dalam Penelitian	53
Gambar IV. 1 Jenis Penelitian	44
Gambar IV. 2 Proses Pembuatan Ikan Asin di Kawasan Kenjeran	56
Gambar IV. 3 Kegiatan Pengasapan Ikan	58
Gambar IV. 4 Persentase Hasil Tangkapan Nelayan Bulak	59
Gambar IV. 5 Diagram <i>Input-Output</i>	63
Gambar IV. 6 Bagan Model Konseptual	66
Gambar IV. 7 <i>Causal Loop</i> Secara Keseluruhan	69
Gambar IV. 8 Dasar Perumusan Formula	71
Gambar IV. 9 Tampilan Stock and Flow Diagram	91
Gambar IV. 10 Fitur Slider pada Model	94
Gambar IV. 11 Contoh Entitas dengan Fitur <i>Auto Report</i>	94
Gambar IV. 12 Kode Warna	95
Gambar IV. 13 Jenis Uji Validasi yang Digunakan	96
Gambar IV. 14 Contoh Entitas yang Belum Terverifikasi	99
Gambar IV. 15 Ilustrasi Proporsi Tubuh Ikan Pari	103
Gambar IV. 16 Limbah Berdasarkan Wujudnya	105
Gambar IV. 17 Persentase Komponen Pembentuk Limbah Padat	107
Gambar IV. 18 Perbandingan Antara Volume Bahan Baku Terhadap Limbah Cair yang Dihasilkan	109
Gambar IV. 19 Persentase Limbah Tertangani berdasarkan Wujudnya	111

Gambar IV. 20 Limbah yang Dihasilkan Berdasarkan Nilai Ekonomisnya	112
Gambar IV. 21 Diagram Lingkaran Sumber Kontribusi Nilai Penjualan Produk Industri Pengasapan Ikan Pari	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri pengolahan ikan dapat dikatakan sebagai kegiatan yang memiliki kompleksitas yang tinggi karena melibatkan upaya penangkapan - yang antara lain dipengaruhi oleh musim melaut, harga bahan bakar minyak (BBM), populasi ikan, dll -, keunikan proses pengolahan karena komposisi biologis tubuh ikan (Thrane dkk, 2008), maupun tingkat konsumsi air dan potensi timbunan limbah yang tinggi sehingga produksi bersih perlu diterapkan pada industri ini (Thrane dkk, 2008; Ibrahim, 2004). Di Indonesia, industri pengolahan ikan adalah kegiatan yang gencar dikembangkan mengingat Indonesia memiliki potensi di bidang perikanan, khususnya perikanan tangkap, yang tinggi karena kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas wilayah perairan sebesar 70%. Kelimpahan jenis ikan di Indonesia pun tergolong tinggi karena berada di wilayah tropis. Mayoritas industri pengolahan ikan di Indonesia bersifat kerakyatan (Heruwati, 2002), sehingga lebih bercorak padat karya dibandingkan dengan padat modal. Industri pengolahan berskala UMKM ini berada dalam satu kesatuan geografis sehingga membentuk kluster industri. Kondisi seperti ini berbeda dengan karakteristik industri pengolahan ikan di luar negeri, khususnya negara-negara maju yang berada di wilayah subtropis yang mana sudah mengembangkan industri pengolahan ikan skala besar.

Surabaya merupakan salah satu dari 17 kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang memiliki wilayah pesisir dengan garis pantai sepanjang 37,5 km yang membentang dari Kecamatan Rungkut, Mulyorejo, Bulak, Asemrowo, Benowo, Krembangan, Kenjeran dan hingga Sukolilo. Meskipun sebagian besar kegiatan ekonomi Kota Surabaya berorientasi pada sektor industri dan jasa, khususnya industri skala besar, bukan berarti kegiatan ekonomi

skala kecil di wilayah pesisir Surabaya tidak berkembang. Di kawasan Kenjeran, yang meliputi Kecamatan Bulak dan Sukolilo, kegiatan pengolahan ikan skala UMKM dilakukan oleh para penduduk setempat. Armada yang digunakan nelayan setempat adalah perahu jukung, motor tempel, dan papan pancalan (Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2017). Kegiatan pengolahan ikan umumnya dilakukan oleh istri nelayan untuk meningkatkan nilai jual ikan yang ditangkap oleh suaminya yang berprofesi sebagai nelayan serta dimotivasi oleh tekanan ekonomi untuk menambah penghasilan keluarga (Ardhanari, 2016). Produk yang dihasilkan antara lain ikan asap, ikan kering, kerupuk kulit ikan, abon ikan, dan lain-lain. Beragamnya industri pengolahan ikan yang berada dalam satu kawasan ini kemudian membentuk klaster industri.

Sentra Ikan Bulak (SIB) adalah sebuah bagian dari klaster industri pengolahan ikan skala UMKM di Kawasan Kenjeran, Kota Surabaya. Fasilitas pengolahan yang didirikan oleh Pemerintah Kota Surabaya pada tahun 2009 ini memiliki kegiatan utama berupa produksi ikan asap berbahan baku ikan hasil tangkapan dari laut maupun ikan hasil budidaya. Adapun jenis ikan hasil tangkapan dari laut yang paling sering digunakan sebagai bahan baku ikan asap adalah ikan pari, ikan tenggiri, dan ikan manyung. Bahan baku utama diperoleh dari nelayan setempat dan Pasar Ikan Pabean.

Pada tahun 2010, sebelum mayoritas kegiatan pengasapan ikan dipindah ke Sentra Ikan Bulak, kegiatan tersebut ditengarai menjadi penyebab menurunnya kualitas perairan di Kenjeran yang diindikasikan dari tingkat kekeruhan, padatan tersuspensi, dan logam terlarut (BLH Kota Surabaya, 2011). Bahkan, berdasarkan parameter biologis, bakteri koliform berada pada angka $1,6 \times 10^5$ MPN/100 yang berarti kondisi perairan sudah sangat tidak sehat untuk manusia yang dapat diatasi antara lain dengan mengatur pembuangan sisa pembersihan ikan (BLH Kota Surabaya, 2011). Dalam industri pengolahan ikan produksi bersih merupakan salah

satu cara untuk menangani limbah sehingga tidak mengganggu keseimbangan lingkungan.

Saat ini kegiatan pengolahan ikan asap di SIB ini telah menerapkan produksi bersih secara sederhana yang mana diversifikasi produk turunannya masih terbatas. Menurut Ibrahim (2004), penerapan produksi bersih merupakan usaha untuk mengurangi investasi yang bernilai tinggi tetapi tidak produktif untuk sarana pengendalian pencemaran hilir dan pengelolaan limbah. Selain menghasilkan produk utama berupa ikan asap, para pelaku usaha juga telah memanfaatkan limbah, seperti kulit pari dan arang batok, untuk meningkatkan nilai penjualan. Sedangkan limbah jeroan yang tidak dapat dijual diberikan kepada peternak lele untuk dimanfaatkan sebagai pakan lele. Berangkat dari argumen Thrane dkk (2009) yang menyatakan bahwa produksi bersih tidak hanya merupakan upaya untuk mencegah eksternalitas negatif terhadap lingkungan, tetapi juga membantu unit usaha secara ekonomis karena biaya bahan baku yang tereduksi serta dihasilkannya produk baru yang berasal dari limbah, maka seharusnya nilai penjualan dari kegiatan pengolahan ikan yang telah menerapkan produksi bersih lebih tinggi karena adanya upaya pemanfaatan limbah dibandingkan produk yang tidak mengalami proses pengolahan terlebih dahulu. Namun hingga saat ini belum pernah ada studi yang menghitung mengenai seberapa besar potensi nilai penjualan yang dapat dihasilkan oleh unit-unit usaha di Sentra Ikan Bulak yang telah menerapkan produksi bersih.

System dynamics adalah salah satu contoh alat bantu dalam mengambil keputusan yang lazim digunakan. *System dynamics* merupakan sebuah bentuk pemodelan yang pertama kali digagas oleh Jay W. Forrester yang digunakan untuk menghindari model mental yang didasarkan atas pengalaman individu. *System dynamics* juga disebut sebagai sebuah bidang studi atas struktur dan perilaku sistem-sistem sosio-teknis karena *system dynamics* dapat digunakan sebagai alat yang membantu mengambil

keputusan (Sterman dalam Haryono, 2009). Model simulasi kebijakan dengan menggunakan *system dynamics* memiliki keuntungan tersendiri, salah satunya adalah *system dynamics* dapat digunakan untuk mengetahui interaksi antar submodel dalam sistem, yaitu kumpulan interaksi-interaksi yang berinteraksi secara kontinu terhadap waktu, yang kompleks. Keuntungan dari melakukan simulasi sebelum suatu kebijakan diambil adalah keputusan yang tepat dapat diambil dari waktu yang tepat dengan biaya yang relatif terjangkau karena *stakeholder* tidak perlu melakukan eksperimen secara riil, melainkan dengan komputer.

Sejauh ini ada 3 (tiga) studi mengenai model simulasi pengembangan industri pengolahan ikan di Indonesia yang menggunakan *system dynamics*, yaitu penelitian Kholil dan Dwiaryadi (2008), penelitian Purwaningsih dkk (2012), dan penelitian Fatma (2015). Sebanyak 2 (dua) dari 3 (tiga) studi tersebut menggunakan pendekatan Gordon-Schaefer dalam menyusun pemodelan *system dynamics*. Pendekatan Gordon-Schaefer merupakan pendekatan pengelolaan sumberdaya perikanan yang dikembangkan oleh Gordon berdasarkan model dari Schaefer. Adapun dari ketiga penelitian terdahulu belum ada model *system dynamics* yang menyinggung mengenai penerapan produksi bersih (*clean production*) pada industri pengolahan ikan. Padahal, penerapan produksi bersih pada industri pengolahan ikan menjadi suatu urgensi tersendiri.

Berdasarkan perkembangan terkini mengenai *system dynamics*, maka penulis mengangkat penelitian mengenai model simulasi *system dynamics* dengan studi kasus unit pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak untuk membuktikan argumen bahwa implementasi produksi bersih mampu meningkatkan nilai penjualan serta mengetahui seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan karena adanya implementasi produksi bersih yang kemudian dibandingkan dengan kondisi penjualan ikan hasil tangkapan yang dijual tanpa mengalami proses pengasapan. Pada

penelitian ini **model dibatasi pada produksi ikan asap berbahan baku ikan pari karena pelaku usaha di Sentra Ikan Bulak telah memanfaatkan limbah dari ikan pari menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis** meskipun masih secara terbatas. Adapun *system dynamics* dipilih karena dapat menggambarkan interaksi antar entitas dalam jangka waktu atau periode simulasi yang dikehendaki. *Output* yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersusunnya model dan prakiraan potensi nilai penjualan yang kemudian dapat digunakan para *stakeholder* untuk mengambil kebijakan pengembangan industri pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak, khususnya yang terkait dengan implementasi produksi bersih.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, penulis ingin memodelkan industri pengasapan ikan skala UMKM dengan studi kasus Sentra Ikan Bulak menggunakan *system dynamics* untuk membuktikan bahwa implementasi produksi bersih mampu meningkatkan nilai penjualan serta mengetahui seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan karena adanya implementasi produksi bersih yang kemudian dibandingkan dengan kondisi penjualan ikan hasil tangkapan yang dijual tanpa mengalami proses pengasapan. Pemodelan dengan *system dynamics* dipilih karena dapat menggambarkan interaksi antar entitas yang diukur pada periode waktu tertentu. Model yang dibangun dibatasi pada produk ikan asap yang menggunakan ikan pari sebagai bahan baku pada satuan waktu tertentu. Dengan demikian, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah **“seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari skala UMKM yang menerapkan produksi bersih?”**

1.3. Tujuan dan Sasaran

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk **mengetahui seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari skala UMKM yang telah menerapkan produksi bersih** dengan Sentra Ikan Bulak sebagai

lokasi studi. Secara terperinci tujuan penelitian ini dapat dicapai dengan 3 (tiga) sasaran berikut, yaitu:

- (1) Menentukan batasan dari model *system dynamics* yang akan dikembangkan
- (2) Memodelkan industri pengasapan ikan skala UMKM dengan Sentra Ikan Bulak (SIB) sebagai studi kasus
- (3) Menyajikan perbandingan hasil simulasi model *system dynamics* yang telah dikembangkan dengan beberapa skenario

1.4. Ruang Lingkup

1.4.1. Ruang Lingkup Substansi

Substansi yang dibahas dalam penelitian ini meliputi konsep industri pengolahan ikan khususnya pengasapan ikan berskala UMKM, serta pengembangan model dengan *system dynamics*.

1.4.2. Ruang Lingkup Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini dibatasi pada model *system dynamics* hingga proses simulasi skenario dengan menggunakan industri pengasapan ikan berskala UMKM di Sentra Ikan Bulak (SIB) sebagai studi kasus dalam membangun model. Adapun komoditas yang dibahas adalah ikan pari asap, karena pelaku usaha di Sentra Ikan Bulak telah memanfaatkan limbah dari ikan pari menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis.

1.4.3. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah penelitian ini dibatasi pada Sentra Ikan Bulak yang terletak di Kelurahan Kedung Cowek, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk memperkaya pengetahuan yang terkait dengan model simulasi pengembangan industri pengolahan ikan (khususnya

industri pengasapan) skala usaha mikro, kecil, dan menengah dengan menggunakan *system dynamics* serta *system dynamics* sebagai model dalam mensimulasikan kebijakan.

1.5.2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang diharapkan adalah sebagai masukan bagi *stakeholder* dari pemerintah dan pelaku usaha dalam menyusun kebijakan maupun program terkait pengembangan industri pengasapan ikan skala UMKM, khususnya yang terkait dengan implementasi produksi bersih.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir (TA) ini terdiri oleh 5 (lima) bab yang disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- BAB I** : Memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, ruang, dan lingkup penelitian
- BAB II** : Memuat tinjauan pustaka mengenai konsep usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), konsep industri pengolahan ikan, konsep pemodelan *system dynamics*, penelitian terdahulu, dan sintesis pustaka
- BAB III** : Memuat pendekatan penelitian, jenis penelitian, faktor dan variabel penelitian, populasi dan sampel, dan metode penelitian
- BAB IV** : Memuat gambaran umum, batasan sistem yang dirancang, formulasi model, uji validasi, verifikasi model, dan simulasi model *system dynamics*
- BAB V** : Memuat kesimpulan hasil penelitian dan rekomendasi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LATAR BELAKANG PENELITIAN

Pada tahun 2010, sebelum mayoritas kegiatan pengasapan ikan dipindah ke SIB, kegiatan tersebut disebut sebagai salah satu penyebab menurunnya kualitas perairan di Kenjeran.

Menurut BLH Kota Surabaya (2011), kondisi tersebut dapat diatasi antara lain dengan mengatur pembuangan sisa pembersihan ikan. Saat ini kegiatan pengasapan ikan di SIB telah menerapkan produksi bersih secara sederhana, khususnya untuk komoditas berbahaya baku ikan pari.

Dengan menerapkan produksi bersih, limbah tidak hanya tertangani dengan baik, tetapi juga meningkatkan nilai penjualan. Akan tetapi saat ini belum ada penelitian yang menghitung potensi nilai penjualan ikan pari asap di SIB yang telah menerapkan produksi bersih.

RUMUSAN MASALAH

“seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari skala UMKM yang menerapkan produksi bersih?”

TUJUAN

mengetahui seberapa besar potensi nilai penjualan yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari skala UMKM yang telah menerapkan produksi bersih

SASARAN



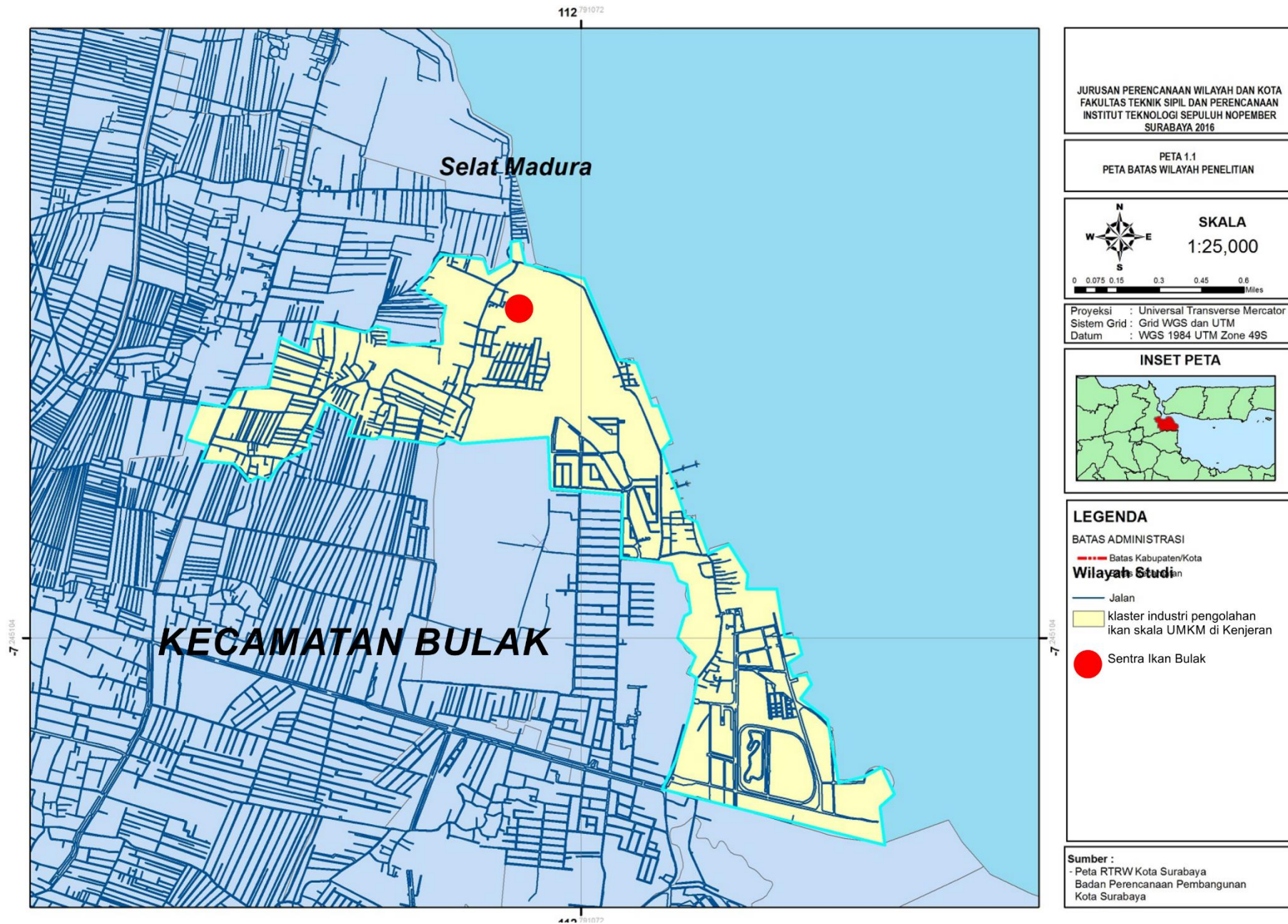
HASIL PENELITIAN

model simulasi *system dynamics* dan prakiraan potensi nilai penjualan pada industri pengasapan ikan pari skala UMKM yang telah menerapkan produksi bersih

Gambar I. 1 Kerangka Berpikir

Sumber: Penulis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar I. 2 Peta Wilayah Studi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah

2.1.2. Klasifikasi Usaha Skala Mikro, Kecil, dan Menengah

Menurut Undang-undang No. 20 Tahun 2008 tentang usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), UMKM diklasifikasikan berdasarkan nilai kekayaan bersih dan hasil penjualan tahunan. UU yang diterbitkan untuk menggantikan UU No. 9 Tahun 1995 tentang usaha kecil ini menambahkan usaha berskala mikro sehingga ada perubahan nomenklatur dari UKM menjadi UMKM. Kriteria usaha mikro adalah memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp 50.000.000 tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha atau memiliki hasil penjualan tahunan paling banyak Rp 300.000.000. Selanjutnya, suatu usaha dapat dikatakan sebagai usaha kecil apabila memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp 50.000.000 sampai dengan paling banyak Rp 500.000.000 tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 300.000.000 sampai dengan paling banyak Rp 2.500.000.000. Selain kedua kelompok tersebut juga terdapat usaha skala menengah, yaitu usaha yang memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp 500.000.000 sampai dengan paling banyak Rp 10.000.000.000 tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 2.500.000.000 sampai dengan paling banyak Rp 50.000.000.000.

2.1.3. Karakteristik Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah

Rafinaldy (2006) mengkaji berbagai karakteristik yang melekat pada UMKM, baik dari segi jumlah tenaga kerja, kualitas sumberdaya manusia (SDM), hingga pengetahuan perbankan yang dimiliki para pelaku usaha. Penjabaran karakteristik dari setiap jenis usaha disajikan dalam **Tabel II.1**.

Tabel II. 1 Karakteristik UMKM berdasarkan Skala Usaha

Jenis Usaha	Karakteristik
Usaha Mikro	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis komoditinya berubah-ubah dan sewaktu-waktu dapat berganti produk/usaha • Tempat usahanya tidak selalu menetap atau sewaktu-waktu dapat pindah • Belum adanya pencatatan keuangan usaha secara baik • Sumberdaya manusianya rata-rata sangat rendah, yakni SD-SMP • Pada umumnya belum mengenal perbankan dan lebih sering berhubungan dengan tengkulak atau rentenir • Umumnya usaha ini tidak memiliki izin usaha
Usaha Kecil	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis barang atau komoditinya tidak gampang berubah • Mempunyai kekayaan maksimal Rp 200.000.000 dan dapat menerima kredit maksimal Rp 500.000.000 • Lokasi atau tempat usaha umumnya sudah menetap • Sudah memiliki pembukuan walaupun masih sederhana, artinya pencatatan administrasi keuangan perusahaan sudah mulai dipisah • Memiliki legalitas usaha atau perizinan lainnya • Sumberdaya manusianya sudah lumayan baik, dari aspek tingkat pendidikan rata-rata tingkat SMU • Sudah mulai mengenal perbankan
Usaha Menengah	<ul style="list-style-type: none"> • Kekayaan Rp 200.000.000 sampai Rp 10.000.000.000 dan dapat menerima kredit antara Rp 500.000.000 sampai Rp 5.000.000.000.

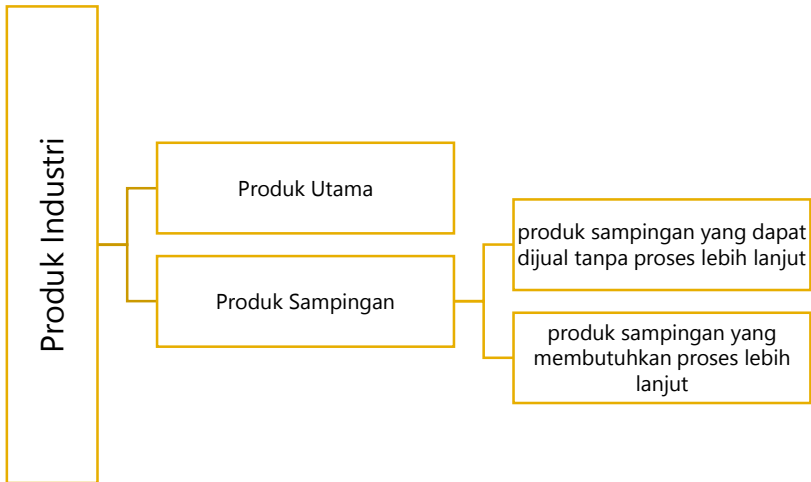
Jenis Usaha	Karakteristik
	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki manajemen dan organisasi yang lebih teratur dan baik dengan pembagian tugas yang lebih jelas antar unit • Telah memiliki sistem manajemen keuangan sehingga memudahkan untuk dilakukan auditing • Telah melakukan penyesuaian terhadap peraturan pemerintah di bidang ketenagakerjaan, Jamsostek, dan lain-lain • Memiliki persyaratan legal secara lengkap • Sering bermitra dengan perbankan dan pelaku usaha lainnya • Sumberdaya manusianya jauh lebih baik dan handal pada level manager dan supervisor

Sumber: Rafinaldy, 2006

2.2. Konsep Hasil Utama dan Sampingan

Tujuan dari adanya industri tentunya adalah untuk menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomis. Dalam proses produksinya, beberapa industri tidak hanya menghasilkan produk utama tetapi juga dapat menghasilkan produk sampingan secara bersamaan. Istilah produk sampingan ini merujuk pada produk yang diproduksi secara simultan dengan produk utama, namun mempunyai nilai yang total relatif kecil (Rusdiana, 2012). Serupa dengan pendapat sebelumnya, Halim dalam Rusdiana (2012) menyatakan bahwa produk sampingan adalah produk yang dihasilkan dari proses produksi bersama, tetapi nilai/harga/kuantitasnya lebih rendah dibandingkan yang lain. Karakteristik produk sampingan menurut Bawiling dan Tirayoh (2014) adalah sebagai berikut: (1) nilai jualnya relatif rendah dari produk lain yang dihasilkan bersamanya; (2) produk sampingan merupakan produk yang bukan tujuan utama perusahaan; (3) jika tidak laku dijual, produk sampingan dikategorikan sebagai limbah industri. Berdasarkan kondisinya, Carter dalam Rusdiana (2012) mengklasifikasikan produk sampingan menjadi 2 (dua), yaitu: (1) produk sampingan yang dapat dijual tanpa proses lebih lanjut; (2)

produk sampingan yang membutuhkan proses lebih lanjut sebelum dapat dijual.



Gambar II. 1 Klasifikasi Produk Industri

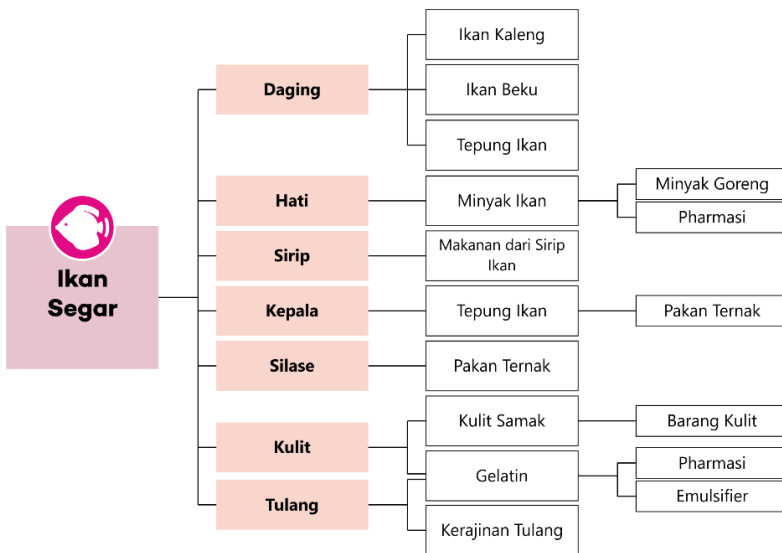
Sumber: Dimodifikasi dari Rusdiana, 2012, dan Bawiling dan Tirayoh, 2014

2.3. Konsep Industri Pengolahan Ikan

2.3.1. Corak Industri Pengolahan Ikan

Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung protein hewani yang mudah didapatkan serta banyak dikonsumsi masyarakat. Terlebih Indonesia memiliki kelimpahan stok ikan karena beriklim tropis. Kandungan kimia pada tubuh ikan sebanyak 56-80% terdiri atas air sehingga tidak layak untuk dikonsumsi sehari setelah ditangkap jika tidak diawetkan (Susanto dalam Mareta dan Awami, 2011; Mareta dan Awami, 2011). Karena ikan adalah komoditas yang mudah membusuk, maka kegiatan pengolahan ikan diperlukan (Laisa, 2013). Pembusukan ikan atau hasil olahannya umumnya disebabkan oleh kerusakan biologi, enzimatis, fisika, maupun kimiawi (Mareta dan Awami, 2011). Selain bertujuan untuk mencegah proses

pembusukan, Kholil dan Dwiharyadi (2007) menyatakan dengan adanya proses pengolahan, nilai tambah produk perikanan juga mengalami peningkatan. Berdasarkan pohon industrinya, produk turunan yang berpotensi untuk diolah dari bagian tubuh ikan memiliki lebih dari 10 (sepuluh) jenis, yang meliputi ikan kaleng, ikan beku, hingga *emulsifier*.



Gambar II. 2 Pohon Industri Ikan

Sumber: Kementerian Perindustrian

Secara umum hal yang membedakan industri pengolahan ikan di Indonesia dengan di negara maju adalah pada skala pengolahannya dan karakteristik bahan baku. Industri pengolahan ikan skala besar yang modern tidak cocok diterapkan di Indonesia karena corak perikanan di Indonesia bersifat kerakyatan serta jenis tangkapan perairan tropik yang sangat beragam (Heruwati, 2002). Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa industri pengolahan ikan di Indonesia lebih bercorak padat karya dibandingkan padat modal.

Sebagai aktivitas yang berkembang di wilayah pesisir, keberadaan klaster industri pengolahan ikan pun masih dapat dikaitkan dengan konteks pembangunan di wilayah pesisir. Adanya proses industrialisasi meningkatkan produksi fisik masyarakat melalui perluasan lapangan usaha dan kesempatan kerja. Tenaga kerja sendiri dipandang sebagai salah satu komponen yang mempengaruhi faktor produksi terhadap keberhasilan pembangunan ekonomi. Menurut Budiawan (2013), faktor yang mempengaruhi penyerapan tenaga kerja industri kecil pengolahan ikan adalah modal, upah, dan nilai produksi. Dari ketiga faktor tersebut, faktor yang berpengaruh paling tinggi adalah faktor upah. Budiawan (2013) menginterpretasikan faktor nilai produksi sebagai tingkat produksi secara keseluruhan jumlah barang yang merupakan hasil akhir dari proses produksi pada suatu unit usaha yang akan dijual ke konsumen serta faktor modal selain berupa uang juga dapat diartikan sebagai peralatan yang digunakan untuk proses produksi.

Andriani (2013) mengkaji keberadaan industri pengolahan ikan di Kota Parepare sebagai UMKM yang mampu menggerakkan perekonomian lokal, khususnya rumah tangga nelayan. Jenis industri pengolahan ikan yang dikembangkan di Kota Parepare adalah industri abon ikan dan pengeringan. Umumnya industri ini dijalankan oleh para perempuan nelayan, yaitu perempuan yang tinggal dalam lingkungan keluarga nelayan, dalam rangka menopang perekonomian keluarga meskipun kontribusinya masih dapat dikatakan lemah. Akan tetapi, Andriani (2013) juga merumuskan bahwa ada aspek-aspek yang menjadi kekuatan industri pengolahan ikan skala UMKM, yaitu: (1) faktor manusia, yang didasari oleh motivasi yang kuat dari pelaku usaha untuk mempertahankan usahanya, ketersediaan tenaga kerja yang melimpah dengan upah yang murah; (2) faktor ekonomi, yaitu sumber keuangan informal yang mudah diperoleh, kemudahan dalam mendapatkan bahan baku di tingkat lokal, segmentasi untuk pasar bawah dengan permintaan tinggi. Studi serupa yang mengaitkan keterlibatan perempuan dalam industri pengolahan ikan, khususnya yang berkaitan dengan penyuluhan, juga dilakukan oleh Nurmalia (2006). Selain mengaitkan dengan keterampilan pelaku usaha serta kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, penyuluhan juga

diperlukan untuk meningkatkan produktivitas usaha. Materi penyuluhan, bersama dengan ketersediaan pasar, dipandang sebagai faktor eksternal yang berhubungan dengan tingkat keterampilan (Nurmalia, 2006).

Laisa (2013) melakukan studi tentang sentra pengolahan ikan teri di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. Karakteristik dari sentra industri ini antara lain dijalankan oleh kelompok masyarakat yang berusia antara 36-45 tahun, modal awal Rp 5.000.0000, serta tingkat pendidikan masih didominasi oleh tamatan sekolah dasar (SD). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan sentra industri pengolahan ikan teri ini terdiri atas faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terdiri atas: (1) produksi; (2) manajemen dan pendanaan; (3) sumberdaya manusia; (4) investasi; (5) lokasi. Adapun faktor eksternal terdiri atas: (1) ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan; (2) pasar; (3) pesaing; (4) IPTEK; (5) iklim dan cuaca.

Selain mengkaji dari segi modal, industri pengolahan ikan sebagai aktivitas produksi juga dikaitkan dengan nilai tambah yang ditimbulkan. Nilai tambah sendiri didefinisikan sebagai pertambahan nilai yang dapat terjadi karena suatu komoditi mengalami proses pengolahan yang direpresentasikan oleh nilai-nilai keuntungan perusahaan dan sumbangan input lain. Menurut Nurhayati (2004) nilai tambah pada kegiatan pengolahan perikanan disebabkan oleh unsur teknis yang meliputi tingkat teknologi, jumlah bahan baku, dan jumlah tenaga kerja, serta unsur non teknis yang meliputi biaya input dan harga output olahan perikanan. Besar kecilnya nilai tambah dipengaruhi oleh produk yang digunakan sebagai bahan baku dan jenis olahan.

Agar keberlangsungan suatu industri terjaga, maka kegiatan produksi juga harus diikuti dengan konsumsi. Menurut Fatma (2015), konsumsi produk ikan olahan dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang meliputi tingkat kematian, tingkat kelahiran, imigrasi, dan emigrasi.

2.3.2. Klasifikasi Industri Pengolahan Ikan

Pengolahan ikan adalah sebuah aktivitas yang terdiri atas berbagai proses perlakuan terhadap komoditas perikanan seperti

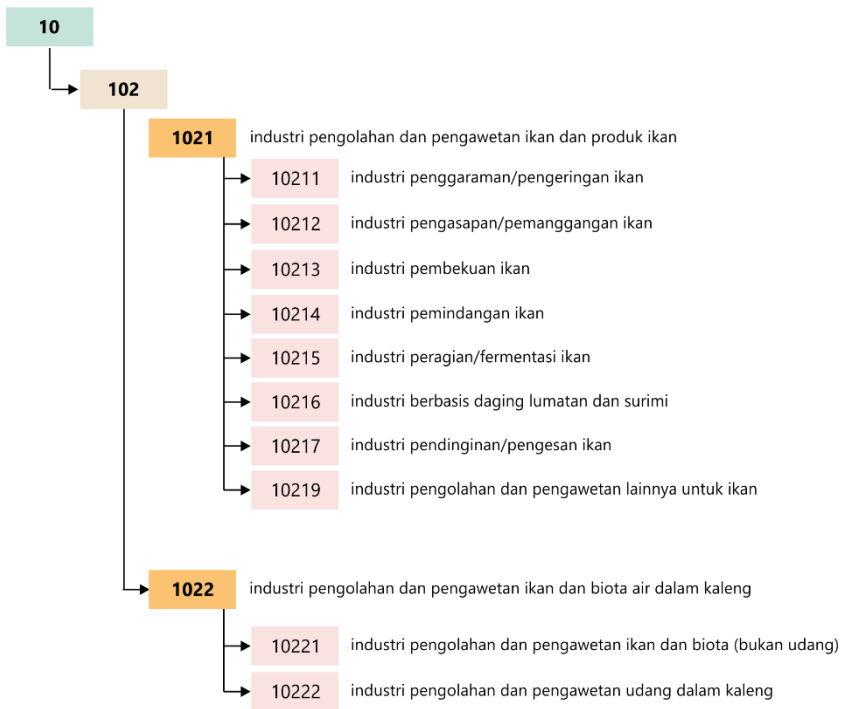
pengelompokan (*sorting*), pemilahan berdasarkan kualitas (*grading*), pengeluaran jeroan (*gutting*), pengulitan (*de-skinning*), pemfiletan (*filleting*), dan pemangkasan (*trimming*) (Thrane dkk, 2008). Proses pengolahan dilakukan berdasarkan tipe produk dan jenis ikan, apakah termasuk jenis demersal atau pelagis. Kandungan minyak pada tubuh ikan demersal terbilang sedikit, yaitu 1-4% dari massa tubuhnya, jika dibandingkan ikan pelagis yang kadar minyaknya dapat mencapai 30% dari massa tubuhnya. Proses pengolahan ikan demersal dapat dikatakan cenderung mudah. Sebaliknya, proses pengolahan ikan pelagis memerlukan tingkat pemrosesan yang lebih tinggi. Kebanyakan ikan pelagis diolah melalui proses pemurnian. Tingginya kandungan minyak pada ikan pelagis menyebabkan ikan jenis ini sebaiknya mengalami proses pengeluaran jeroan (*gutting*) di laut guna mengurangi kadar polusi yang timbul dari proses pengolahan (Thrane dkk, 2008)

Untuk merunut penggolongan industri pengolahan ikan, maka peneliti mengacu pada beberapa sistem klasifikasi industri yang berlaku di Indonesia. Sistem klasifikasi yang digunakan di Indonesia ada sebagian yang diadaptasi dari sistem klasifikasi yang berlaku secara internasional, yaitu *International Standard of Industrial Classification* (ISIC). Pertama, klasifikasi industri di Indonesia dapat mengacu pada Surat Keputusan Menteri Perindustrian No. 19/MI/1986. Berdasarkan SK tersebut, jenis-jenis industri dikelompokkan menjadi industri kimia dasar, industri mesin dan logam dasar, industri kecil, dan aneka industri. Kedua, menurut Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) 2015, klasifikasi didasarkan pada jenis aktivitas ekonomi sehingga ruang lingkupnya terbatas pada unit yang terlibat dalam aktivitas ekonomi, bukan pada komoditas barang dan jasa. Penyusunan KBLI mengacu pada ISIC hingga level 4 digit, sedangkan untuk level 5 digit disesuaikan dengan kondisi di Indonesia sejak diterbitkan KLUI 1983.

Kegiatan pengolahan produk perikanan dalam KBLI 2015 digolongkan dalam kategori C, yaitu kategori industri pengolahan yang meliputi kegiatan ekonomi di bidang perubahan secara kimia atau fisik dari bahan, unsur, atau komponen menjadi produk baru.

Bahan baku dalam industri pengolahan dapat berasal dari produk pertanian, kehutanan, perikanan, pertambangan, atau penggalian. Industri pengolahan tidak terbatas pada industri yang menggunakan mesin saja, namun juga termasuk pengolahan dengan menggunakan tangan. Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai pihak yang memiliki kewenangan dalam mengelola industri pengolahan ikan juga memiliki klasifikasi industri pengolahan ikan tersendiri. Klasifikasi UPI menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan hanya dibedakan berdasarkan skala usaha dan kegiatan tanpa membedakan jenis biota air yang diolah. Berdasarkan skala usahanya, unit pengolahan ikan dibedakan menjadi mikro, kecil, menengah, dan besar. Sedangkan menurut kegiatannya, UPI dibedakan menjadi UPI segar, pengalengan, pembekuan, penggaraman, pemindangan, pengasapan/pemanggang, fermentasi, pereduksian, surimi, dan UPI lainnya.

Selain itu, industri pengolahan ikan juga dapat dibedakan berdasarkan teknologi yang digunakan oleh produsen, yaitu teknologi modern atau tradisional. Olahan dengan cara modern meliputi pembekuan dan pengalengan, sedangkan cara tradisional meliputi penggaraman, pengeringan, pemindangan, pengasapan, dan fermentasi. Pelaku pengolahan ikan secara tradisional umumnya adalah industri skala rumah tangga yang dioperasikan oleh para nelayan dan keluarganya. Ciri khas dari olahan tradisional adalah teknik pengolahannya diwariskan dari generasi ke generasi serta teknik pengemasannya yang sederhana. Berbeda dari pengolahan tradisional, pengolahan dengan cara yang modern harus memenuhi standar bahan baku yang tinggi, termasuk ukuran dan jenis ikan yang disyaratkan seragam.

KATEGORI C: INDUSTRI PENGOLAHAN

Gambar II. 3 Klasifikasi Industri Pengolahan Ikan

Sumber: Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia, 2015

2.3.3. Pengasapan Ikan Berbahan Baku Ikan Pari

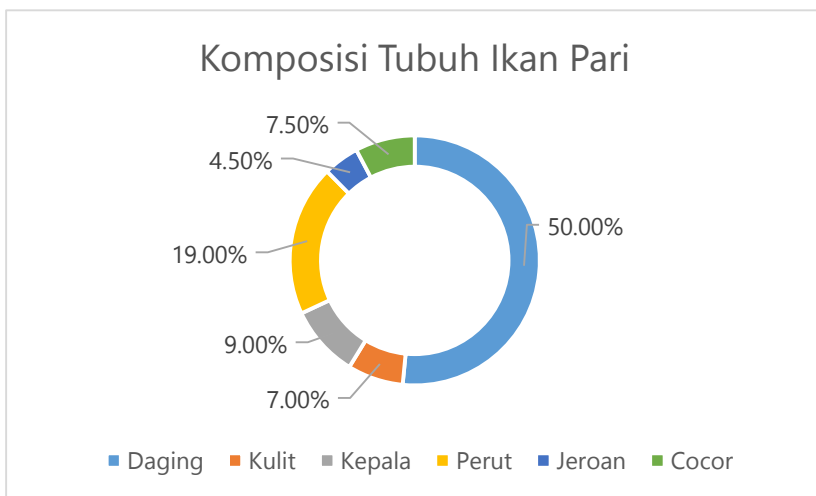
Ikan pari adalah ikan yang termasuk dalam kelompok demersal. Berdasarkan sistem klasifikasinya, ikan pari termasuk sub kelas Elasmobranchii dari kelas Chondrichthyes. Spesies ikan pari yang terdapat di Indonesia ada berbagai macam, tetapi data terakhir berdasarkan penelitian yang dilakukan pada bulan April 2001 hingga Desember 2004 menunjukkan bahwa ikan pari yang mendominasi lima lokasi pendaratan di perairan pulau Jawa adalah famili Dayastidae dengan spesies *Himantura gerrardi*, *Dasyatis kuhlii*,

Dasyatis zugei, *Himantura bleekeri*, *Aetoplatea zonura*, dan *Himantura jenskii* (Sitohang, 2010). Komposisi berat ikan pari berdasarkan bagian tubuhnya dapat dilihat pada **Tabel II.2**.

Tabel II. 2 Komposisi Tubuh Ikan Pari

No.	Bagian Tubuh	Persentase
1	Daging	50,0%
2	Kulit	7,0%
3	Kepala	9,0%
4	Perut	19,0%
5	Jeroan	4,5%
6	Cocor	7,5%

Sumber: Diadaptasi dari Bank Indonesia 2010

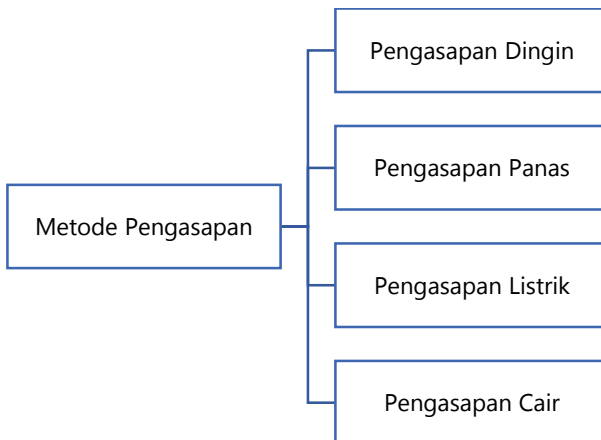


Gambar II. 4 Diagram Lingkaran Komposisi Tubuh Ikan Pari

Sumber: Diadaptasi dari Bank Indonesia, 2010

Pengasapan adalah salah satu metode pengawetan ikan yang dapat dilakukan secara tradisional. Menurut Wibowo dalam Yusroni (2009), metode pengasapan dapat dibagi menjadi 4 (empat) jenis,

yaitu pengasapan dingin, pengasapan panas, pengasapan listrik, dan pengasapan cair. Media yang digunakan untuk menghasilkan asap umumnya adalah jenis limbah pertanian seperti bonggol jagung, sekam padi, ampas tebu, kulit kacang tanah, tempurung dan sabut kelapa, perdu, kayu mangrove, dll (Swastawati, 2011). Pada prinsipnya laju proses pembusukan dihambat dengan cara mengurangi kadar air sehingga bakteri pembusuk tidak cepat aktif serta menghasilkan produk yang dapat disimpan lebih lama (Moeljanto dalam Komar, 2001). Oleh karena itu perlu diingat bahwa ikan pari yang diolah dengan proses pengasapan mengalami penyusutan bobot. Menurut Bank Indonesia (2010), penyusutan bobot tubuh ikan pari yang terolah dengan proses pengasapan adalah sebesar 10%.



Gambar II. 5 Macam-macam Metode Pengasapan

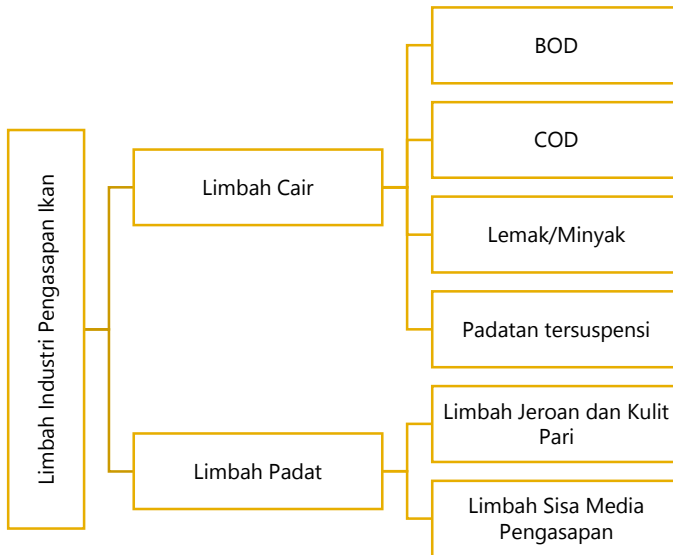
Sumber: Dimodifikasi dari Yusroni, 2009

Jenis ikan yang dapat digunakan sebagai bahan baku tidak dibatasi pada jenis ikan laut saja, tetapi ikan hasil budidaya pun juga dapat dimanfaatkan. Namun jenis ikan yang populer digunakan adalah ikan laut yang memiliki kandungan lemak yang tinggi, seperti ikan tuna, tongkol, manyung, pari, dan kembung (Swastawati, 2011). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yusroni (2009), perbedaan jenis ikan yang digunakan sebagai bahan baku ikan asap ikut menentukan nilai penjualan yang diperoleh selain yang bersumber

dari volume arang sisa pengasapan karena semakin banyak produk sampingan yang dihasilkan maka semakin tinggi pula nilai penjualan yang diperoleh.

2.3.4. Produksi Bersih pada Industri Pengolahan Ikan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Thrane dkk (2009) pada industri pengolahan ikan di Denmark, industri pengolahan ikan adalah industri yang mengonsumsi air dalam jumlah yang tinggi serta menghasilkan emisi dari air limbah maupun limbah padat. Bahan sisa dari industri limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan ikan meliputi potongan kepala, sirip, ekor sisi, dan isi perut. Oleh karena itu, industri pengolahan ikan perlu menerapkan produksi bersih (*cleaner production*). Ibrahim (2004) menyatakan bahwa bahan-bahan sisa pengolahan ikan dapat ditangani dengan prinsip memungut ulang untuk diproses menjadi produk sampingan yang dapat berupa tepung ikan dan minyak ikan yang memiliki nilai ekonomis. Meskipun penerapan produksi bersih merupakan upaya preventif untuk mencegah eksternalitas negatif terhadap lingkungan, unit usaha juga akan diuntungkan secara ekonomis karena biaya bahan bahan yang tereduksi serta terciptanya produk baru dari limbah (Thrane dkk, 2009).



Gambar II. 6 Limbah Industri Pengasapan Ikan

Sumber: Dimodifikasi dari Ibrahim (2005) dan Bank Indonesia (2010)

Pada kasus industri pengasapan ikan, limbah yang dihasilkan digolongkan menjadi 2 (dua) jenis berdasarkan wujudnya, yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dimaksud adalah *grey water* yang mengandung nutrien organik. Ibrahim (2005) menyatakan bahwa kandungan nutrien organik yang tinggi pada limbah cair dari industri pengolahan ikan apabila berada dalam anda air dapat menyebabkan eutrofikasi, yang kemudian berdampak pada kematian organisme dalam air, pendangkalan, penyuburan ganggang, dan bau yang tidak nyaman. Zat-zat yang terkandung dalam limbah industri pengolahan ikan dapat dilihat pada **Tabel II.3**. Adapun mengenai limbah padat, kegiatan pengasapan ikan berbahan baku ikan pari menghasilkan limbah padat yang terdiri atas limbah jeroan, limbah kulit, dan limbah dari sisa media pengasapan (Bank Indonesia, 2010).

Tabel II. 3 Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Perikanan

Jenis Industri	BOD	COD	Lemak/ Minyak	Padatan tersuspensi
Pengolahan ikan (manual)	3,32 Kg/T	-	0,348 Kg/T	1,42 Kg/T
Pengolahan ikan (mekanis)	11,9 Kg/T	-	2,48 Kg/T	8,92 Kg/T
Pemiletan herring	3428 – 10.000 mg/L	-	857 – 6.000 mg/L	-
Pengalengan tuna	6,8-20 Kg/T	14-64 Kg/T	1,7 – 13 Kg/T	3,8 – 17 Kg/T
Pengolahan sarden	9,22 Kg/T	-	1,74 Kg/T	5,41 Kg/T
Pengolahan rajungan	4,8-5,5 Kg/T	7,2-7,8 Kg/T	0,21 – 0,3 Kg/T	0,7-0,78 Kg/T
Pengolahan kerang (mekanis)	5,14 Kg/T	-	0,145 Kg/T	10,2 Kg/T
Pengolahan kerang (konvensional)	18,7 Kg/T	-	0,461 Kg/T	6,35 Kg/T
Pabrik tepung ikan (<i>fishmeal</i>)	2,96 Kg/T	-	0,56 Kg/T	0,92 Kg/T
<i>Bloodwater (fishmeal)</i>	23.500 – 34.000 mg/L	93.000 mg/L	0% - 1,92%	-
<i>Stickwater (fishmeal)</i>	13.000 – 76.000 mg/L	-	60 – 1.560 mg/L	-
Udang beku	169 mg/L	1.780 mg/L	-	-

Keterangan: pada penelitian ini industri pengasapan ikan pari yang diangkat sebagai studi kasus termasuk jenis industri pengolahan ikan manual (baris yang diberi tanda warna kuning).

Sumber: Gonzales dan Hayati dalam Ibrahim, 2005

2.4. Konsep Pemodelan *System Dynamics*

System dynamics adalah sebuah bentuk pemodelan yang digunakan untuk menghindari penggunaan model mental yang didasarkan atas pengalaman individu yang digagas oleh seorang profesor Massachusetts Institute of Technology (MIT) yang bernama Jay W. Forrester pada tahun 1950-an. Meskipun model mental adalah sebuah bentuk manifestasi atas apa yang telah dialami individu, model mental tidak cukup untuk mengonstruksi dan menerjemahkan model dinamik yang merepresentasikan perbuahan yang bersifat dari waktu ke waktu (*time-series*). Karena *system dynamics* dapat digunakan sebagai alat yang membantu pengambilan keputusan, maka *system dynamics* juga disebut sebagai bidang studi atas struktur dan perilaku sistem-sistem sosioteknis (Sterman dalam Haryono, 2009). Menurut Forester dalam Purwaningsih dkk (2012), suatu sistem dapat dimodelkan dengan *system dynamics* jika ada hubungan antar variabel sistem dan sifat dari perubahan nilai variabel adalah merupakan fungsi waktu. Sehingga, variabel status berubah ketika waktu berubah. Konsep waktu yang dimaksud dalam *system dynamics* dapat berarti waktu yang bersifat kontinu maupun diskrit, meskipun pada umumnya konsep waktu yang digunakan adalah waktu yang kontinu.

Pengembangan *system dynamics* dilandasi oleh ilmu manajemen dan teori kontrol modern yang kemudian diadaptasi dalam berbagai bidang. Definisi sistem dalam konteks *system dynamics* adalah kumpulan unsur-unsur yang berinteraksi secara terus menerus terhadap waktu sehingga membentuk sebuah kesatuan yang menyeluruh. Sebuah struktur sistem terbentuk karena adanya hubungan antar komponen.

Hubungan sebab akibat dari model sistem dilambangkan dengan diagram sebab akibat (*causal loop*). Tipe hubungan kausal dalam sistem dinamik ada 2 (dua), yaitu hubungan sebab-akibat positif dan hubungan sebab akibat negatif. Sedangkan macam umpan balik ada 2 (dua) jenis, yaitu umpan balik positif, yang bersifat pertumbuhan, dan umpan balik negatif, yang bersifat mencari tujuan.

Dalam perkembangannya, pemodelan dengan *system dynamics* pun memiliki kekurangan dan kelebihan. Pada tabel di

bawah ini terdapat kelebihan dan kekurangan *system dynamics* menurut berbagai sumber:










Tabel II. 4 Kelebihan dan Kekurangan *System Dynamics*

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Dapat digunakan untuk menganalisis masalah yang kompleks, rumit, dinamis, serta mengandung ketidakpastian (Muhammadi dalam Hidajat, 2014) • Dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan struktural pada perilaku sistem secara komprehensif dan cepat (Martin dalam Hidajat, 2014) • Dapat digunakan dalam proses analisis kebijakan, terutama untuk memilih alternatif kebijakan terbaik berdasarkan model yang telah disimulasikan (Muhammadi dkk; Meadow dkk, dalam Hidajat, 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan asumsi matematis yang kuat mengenai fungsi konstan dan tidak bekerja jika asumsi tersebut tidak berlaku (Ossimitz dan Mrotzek, 2008) • Secara <i>de facto</i> mengeliminasi perbedaan struktural antara poin dalam waktu dan interval waktu dengan membuat interval waktu amat sangat singkat (Ossimitz dan Mrotzek, 2008)

Sumber: Muhammadi dalam Hidajat, 2014, dan Ossimits dan Mrotzek, 2008

Dua dari sekian banyak perangkat lunak yang lazim digunakan dalam pemodelan *system dynamics* adalah Powersim Simulation dan Stella. **Tabel II.5** memuat perbedaan simbol-simbol komponen *stock and flow diagram* pada Powersim Simulation dan Stella.

Tabel II. 5 Perbedaan Simbol pada Powersim dan Stella

Simbol dan Nama Pada Powersim	Simbol dan Nama pada Stella	Definisi
 <i>Level</i>	 <i>Stock</i>	Akumulasi dari aktivitas per satuan waktu
 <i>Flow</i>	 <i>Flow</i>	Aktivitas per satuan waktu
 <i>Auxiliary</i>	-	<i>Auxiliary</i> , yaitu persamaan bantu yang digunakan untuk menyederhanakan informasi
 <i>Constant</i>	 <i>Converter</i>	Konstanta digunakan ketika ada nilai yang besarnya tetap atau manipulasi aljabar
 <i>Link</i>	 <i>Connector</i>	Penerus informasi

Sumber: Powersim Studio 7, 2017, dan Stella, 2017

2.5. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan topik yang diangkat oleh peneliti dalam penelitian ini telah dilakukan antara lain oleh Kholil dan Dwiharyadi (2007), Purwaningsih dkk (2012), serta Fatma (2015). Secara garis besar, kesamaan dari ketiga penelitian tersebut adalah penggunaan *system dynamics* pada studi kasus industri pengolahan ikan.

2.5.1. Penelitian Kholil dan Dwiharyadi (2007)

Penelitian yang berjudul “**Model Simulasi Pengembangan Industri Perikanan di Konawe Selatan dengan Sistem Dinamik**” ini mengambil lokus di Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi

Sulawesi Tenggara. Submodel yang dihasilkan dari penelitian ini terdiri atas submodel pasar, submodel konsumsi, submodel jumlah tangkapan, dan submodel SDM. Submodel pasar dipengaruhi oleh jumlah konsumen rumah tangga, jumlah tangkapan, industri pengolahan, dan regulasi dari Pemda Kabupaten Konawe. Karena studi ini berorientasi pada perikanan tangkap, maka hasil perikanan yang dimaksud adalah ikan hasil kegiatan penangkapan. Submodel kedua, yaitu submodel jumlah tangkapan dipengaruhi oleh laju penangkapan ikan yang merupakan aliran laju penangkapan ikan dipengaruhi oleh potensi kelautan, alat tangkap, sumberdaya manusia yang kompeten. Sementara jumlah tangkapan akan mempengaruhi industri pengolahan ikan. Submodel ketiga, yaitu submodel konsumen rumah tangga dipengaruhi oleh laju konsumen rumah tangga yang bergantung pada jumlah rumah tangga dan harga ikan. Submodel terakhir, yaitu submodel SDM menggambarkan jumlah penduduk di Konawe Selatan yang dipengaruhi oleh kematian, kelahiran, serta imigrasi dan emigrasi.

Setelah model dijalankan, dapat diketahui bahwa hasil simulasi menunjukkan jika hasil tangkapan stagnan dengan kondisi SDM yang belum terlatih. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa terlihat kenaikan PDRB dan PAD, tetapi kenaikan ini tidak hanya berasal dari hasil tangkapan melainkan juga dari industri pengolahan yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai tambah hasil tangkapan.

Pada tahap perumusan skenario, 2 (dua) skenario disusun. Skenario pertama menekankan pada faktor teknologi. Jika teknologi ditingkatkan, maka pasar, hasil tangkapan, dan PAD akan terus meningkat. Selanjutnya skenario kedua menekankan pada tenaga terampil yang bekerja pada industri pengolahan ikan. Jika penduduk setempat belum mampu memenuhi kualifikasi sebagai tenaga kerja terampil, maka tenaga kerja terampil dapat diambil dari luar wilayah. Hasilnya, hasil tangkapan, pasar, dan PAD juga meningkat, namun tidak signifikan skenario pertama.

2.5.2. Penelitian Purwaningsih (2012)

Penelitian yang berjudul “**Pengembangan Model Simulasi Kebijakan Pengelolaan Ikan Berkelanjutan**” ini menghasilkan 4 (empat) skenario pengelolaan ikan berkelanjutan dengan menggunakan pendekatan MSY (*maximum sustainable yield*), MSY (*maximum social yield*), MEY (*maximum economic yield*) dan OA (*open access*) dengan jangka waktu 20 tahun (2010-2030). Lokasi yang digunakan dalam studi tersebut adalah Muncar, Banyuwangi dengan wilayah perairan Selat Bali. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pembatasan jumlah upaya penangkapan dengan pendekatan MSY, MEY, dan OA akan mampu menjaga kelestarian stok ikan dan keberlanjutan ekonomi bagi usaha perikanan tangkap *purse sein* dengan laju pertumbuhan stok ikan sebanding dengan jumlah tangkapan sehingga tercapai pengelolaan ikan yang berkelanjutan. Model yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 2 (dua) submodel, yaitu sub-sistem stok ikan *Sardinella lemuru* dan sup sistem upaya penangkapan.

2.5.3. Penelitian Fatma (2015)

Penelitian yang berjudul “**Development of sustainable tuna processing industry using system dynamics simulation**” ini menghasilkan simulasi pengelolaan ikan, khususnya ikan tuna, berkelanjutan dengan skenario MSY dan MEY. Keseimbangan upaya penangkapan dan upaya peningkatan produksi teknologi perikanan, memperbaiki rantai ketersediaan ikan beku, dan memperbaiki kualitas produk hasil olahan sesuai dengan standar internasional. Keberlanjutan industri pengolahan ikan juga ditentukan oleh profit yang memuaskan untuk menarik investasi dan penyediaan lapangan kerja.

Model yang disajikan dalam penelitian ini terdiri atas 3 (tiga) submodel, yaitu submodel lingkungan, industri, dan masyarakat. Submodel lingkungan digunakan untuk memprediksi ketersediaan ikan tuna berdasarkan model dinamis. Hubungan yang terbentuk dalam model ini adalah kenaikan biomassa ikan sebanding dengan tingkat pertumbuhan ikan, sedangkan penurunan biomassa ikan sebanding dengan tingkat kematian yang diindikasikan dengan hasil

perkalian antara rasio biomassa ikan dengan kemungkinan populasi maksimal ikan. Agar manajemen ikan tuna dapat berkelanjutan maka harus ada keseimbangan antara tingkat pertumbuhan biomassa ikan tuna dengan produksi dan permintaan bahan baku. Submodel kedua submodel industri yang dipengaruhi oleh ketersediaan sumberdaya perikanan yang didaratkan. Terakhir, submodel yang ketiga adalah submodel masyarakat yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk. Peningkatan pertumbuhan penduduk diasumsikan berdampak terhadap kenaikan tingkat konsumsi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 2. 1 Tabulasi Penelitian Terdahulu yang Relevan

Judul Publikasi dan Nama Peneliti	Submodel yang dikembangkan	Jenis Pendekatan	Hasil
“Model Simulasi Pengembangan Industri Perikanan di Konawe Selatan dengan Sistem Dinamik” oleh Kholil dan Dwiharyadi (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Submodel pasar • Submodel konsumsi • Submodel jumlah tangkapan • Submodel SDM 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Skenario 1: menekankan pada faktor teknologi. Jika teknologi ditingkatkan maka pasar, hasil tangkapan, dan PAD akan terus meningkat • Skenario 2: menekankan pada tenaga kerja terampil jika penduduk setempat belum mampu memenuhi kualifikasi, maka tenaga kerja terampil dapat diambil dari luar wilayah, namun hasilnya pasar, hasil tangkapan, dan PAD meningkat tetapi tidak signifikan skenario pertama
“Pengembangan Model Simulasi Kebijakan Pengelolaan Ikan Berkelanjutan” oleh Purwaningsih dkk (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Submodel stok ikan <i>Sardinella lemuru</i> • Submodel upaya penangkapan 	Gordon-Schaefer	<ul style="list-style-type: none"> • Pembatasan jumlah upaya penangkapan dengan pendekatan MSY, MEY, dan OA akan mampu menjaga kelestarian stok ikan dan keberlanjutan ekonomi usaha perikanan

Judul Publikasi dan Nama Peneliti	Submodel yang dikembangkan	Jenis Pendekatan	Hasil
			<ul style="list-style-type: none"> Kondisi kesetimbangan terjadi ketika nilai laju pertumbuhan stok ikan sebanding dengan jumlah tangkapan
<p><i>“Development of sustainable tuna processing industry using system dynamics simulation”</i> oleh Fatma (2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Submodel lingkungan Submodel industri Submodel masyarakat 	Gordon-Schaefer	<ul style="list-style-type: none"> Pada submodel lingkungan, kenaikan biomassa ikan sebanding dengan tingkat pertumbuhan ikan, sedangkan penurunan biomassa ikan sebanding dengan tingkat kematian Pada submodel industri, pengembangan dipengaruhi oleh ketersediaan sumberdaya perikanan yang didaratkan Pada submodel masyarakat, peningkatan pertumbuhan penduduk diasumsikan berdampak terhadap kenaikan tingkat konsumsi

Sumber: Hasil Analisis, 2017

2.6. Sintesis Pustaka

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Industri pengolahan ikan skala UMKM adalah industri yang mengolah ikan laut maupun ikan hasil budidaya dengan tujuan untuk mencegah proses pembusukan dan meningkatkan nilai tambah yang memiliki nilai kekayaan bersih sebesar Rp 50.000.000 – Rp 10.000.000.000 tidak termasuk tanah dan bangunan. Di Indonesia, berdasarkan Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia industri pengolahan ikan digolong menjadi 10 (sepuluh) jenis yang terdiri dari industri penggaraman/pengeringan ikan, industri pengasapan/pemanggangan, industri pembekuan, industri pemindangan ikan, industri peragian/fermentasi ikan, industri berbasis daging lumatan dan surimi, industri pendinginan/pengesan ikan, industri pengolahan dan pengawetan lainnya untuk ikan, industri pengolahan dan pengawetan ikan dan biota (bukan udang), dan industri pengolahan dan pengawetan udang dalam kaleng.
- Industri pengasapan ikan adalah jenis industri pengolahan ikan yang memfokuskan pada proses pengolahan ikan dengan menggunakan media pengasapan yang dapat berupa limbah pertanian dengan tujuan untuk mengurangi laju pembusukan dengan mengurangi kandungan airnya serta memberikan nilai tambah bagi produk.
- Penerapan produksi bersih pada industri pengolahan ikan, termasuk industri pengasapan, menjadi urgensi tersendiri sebab industri pengolahan ikan adalah jenis industri yang mengonsumsi air dan menghasilkan limbah pada jumlah yang tinggi. Selain itu penerapan produksi bersih merupakan usaha untuk mengurangi eksternalitas negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis dari proses produksi.

Pada tabel berikut ini terdapat rangkuman dari setiap pustaka yang telah dikaji pada subbab mengenai konsep usaha mikro, kecil, dan menengah hingga konsep industri pengolahan ikan.

Tabel II. 6 Simpulan Bahasan

No.	Bahasan	Referensi	Variabel
Konsep Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah			
1	Keuangan UMKM	UU No.20 Tahun 2008 tentang usaha mikro, kecil, dan menengah	<ul style="list-style-type: none"> • Kekayaan bersih industri skala UMKM • Hasil penjualan tahunan industri skala UMKM
2	Karakteristik komoditas UMKM	Rafinaldy (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Standar kualitas yang belum seragam • Desain yang masih terbatas • Produk belum beragam • Keterbatasan kapasitas dan daftar harga produk • Bahan baku belum standar • Kontinuitas produk belum terjamin dan belum sempurna
Produk Utama dan Sampingan			
1	Produk utama dan sampingan	Rusdiana, 2012, dan Bawiling dan Tirayoh, 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Produk utama • Produk sampingan yang memerlukan proses lebih lanjut dan produk sampingan yang

No.	Bahasan	Referensi	Variabel
			dapat dijual secara langsung
Konsep Industri Pengolahan Ikan			
1	Tujuan proses pengolahan ikan	Laisa (2013), Kholil dan Dwiharyadi (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah proses pembusukan • Meningkatkan nilai tambah
2	Faktor yang mempengaruhi penyerapan tenaga kerja	Budiawan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Modal • Upah • Nilai produksi
3	Kekuatan industri pengolahan ikan	Andriani (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor manusia: motivasi, ketersediaan tenaga kerja • Faktor ekonomi: sumber keuangan informal, kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, segmentasi pasar untuk kalangan bawah
4	Faktor yang mempengaruhi produktivitas industri pengolahan ikan	Nurmalia (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan pelaku usaha • Kemudahan dalam mendapatkan bahan baku • Ketersediaan pasar • Materi penyuluhan
5	Faktor penyebab nilai tambah	Nurhayati (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat teknologi • Jumlah bahan baku

No.	Bahasan	Referensi	Variabel
			<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah tenaga kerja • Biaya input • Harga output olahan perikanan
6	Pengasapan ikan berbahan baku ikan pari	Bank Indonesia (2010), Swastawati (2011), Yusroni (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Bagian tubuh ikan pari (daging, kulit, perut, jeroan, cocor) • Media pengasapan • Produk sampingan
7	Produksi bersih	Thrane dkk (2009), Ibrahim (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Konsumsi air untuk proses pengolahan • Limbah padat • Limbah cair • Produk sampingan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Selanjutnya pada bagian ini ditampilkan variabel penelitian yang disintesa dari berbagai pustaka. Justifikasi pemilihan variabel ini didasari oleh kesesuaian dengan judul yang diangkat juga sesuai dengan kebutuhan dalam memodelkan situasi riil dengan menggunakan *system dynamics* sehingga **variabel penelitian harus memiliki satuan baku dan dapat diukur lajunya per satuan waktu.**

Tabel II. 7 Variabel Penelitian

Faktor	Variabel
Kegiatan pengasapan	Bahan baku
	Bagian tubuh ikan pari <ul style="list-style-type: none"> - Daging - Kulit - Kepala - Perut - Jeroan - Cocor
	Media pengasapan

Faktor	Variabel
Pengolahan limbah	Konsumsi air
	Nilai penjualan produk
	Produk sampingan <ul style="list-style-type: none"> - Arang batok - Kulit
	Limbah padat <ul style="list-style-type: none"> - Jeroan - Kulit - Arang batok
	Limbah cair
	Nilai penjualan limbah <ul style="list-style-type: none"> - Nilai penjualan kulit - Nilai penjualan arang batok
	Jumlah penduduk
	Tingkat konsumsi
Penjualan tanpa pengolahan	Produk mentah
	Nilai penjualan produk mentah

Sumber: Hasil Sintesis Pustaka, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

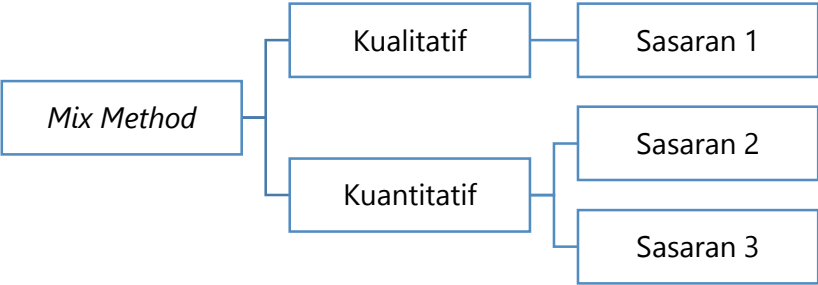
METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah positivistik, yaitu pendekatan ilmiah pada gejala lingkungan yang diformulasikan menjadi pengetahuan sehingga ada kepastian dalam kebenaran. Penelitian positivistik berhubungan dengan data-data statistik dan menolak pemahaman metafisik dan teologis. Penggunaan data statistik pada pendekatan positivistik bermuara pada prediksi yang dapat digunakan untuk mengendalikan fenomena yang muncul. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan positivistik digunakan dalam model *system dynamics* yang merepresentasikan keadaan industri pengasapan ikan skala UMKM di Sentra Ikan Bulak (SIB), Kota Surabaya.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian campuran (*mix method*) kualitatif dan kuantitatif. Pada sasaran 1, penelitian diselesaikan dengan metode kualitatif, sedangkan pada sasaran 2 hingga sasaran 3 metode yang digunakan bersifat kuantitatif. Keunggulan penelitian kuantitatif antara lain sesuai dengan logika pasti dan konsisten, data dapat diringkas, sehingga lebih bermakna serta mengalkan teknik analisis statistik dan matematis. Di sisi lain, kekurangan dari penelitian kuantitatif adalah bersifat mekanistik sehingga mengabaikan sisi humanitas manusia, yang mana berkebalikan dengan penelitian kualitatif.



Gambar IV. 1 Jenis Penelitian
Sumber: Hasil Analisis, 2017

3.3. Faktor dan Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dihasilkan dari proses sintesis pustaka. Alasan pemilihan variabel ini selain sesuai dengan kebutuhan penelitian adalah dapat diukur lajunya per satuan waktu tertentu sehingga dapat dimodelkan dengan menggunakan *system dynamics*. Definisi operasional variabel penelitian selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel III.1**.

Tabel III. 1 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Faktor	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
Kegiatan pengasapan	Bahan baku	Ikan pari yang digunakan sebagai bahan baku industri pengasapan	Kg
	Bagian tubuh ikan pari	Bagian tubuh dari ikan pari yang terdiri atas kepala, kulit, jeroan, perut, dan cocor	Persen/Kg
	Media pengasapan	Material organik yang berasal dari limbah	Kg

Faktor	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
		pertanian berupa arang batok, bonggol jagung, dan sebagainya yang digunakan untuk menghasilkan asap	
	Konsumsi air	Banyaknya air yang digunakan untuk mencuci bahan baku	L
	Nilai penjualan produk	Nilai dari banyaknya produk yang terjual yang dinyatakan dalam satuan mata uang	Rp
Pengolahan limbah	Produk sampingan - Arang batok - Kulit	Produk yang bukan merupakan komoditas utama dari proses pengasapan ikan pari yang berupa arang batok dan kulit pari	Kg
	Limbah padat - Jeroan - Kulit - Arang batok	Limbah padat yang dihasilkan dari proses pengasapan ikan pari, yang terdiri dari jeroan, kulit, dan arang batok	Kg
	Limbah cair	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengasapan ikan pari	L
	Nilai penjualan limbah - Nilai penjualan kulit - Nilai penjualan arang batok	Nilai dari banyaknya limbah kulit dan arang batok yang terjual yang dinyatakan dalam satuan mata uang	Rp
Konsumsi	Jumlah penduduk	Jumlah penduduk Kota Surabaya	Jiwa

Faktor	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
	Tingkat konsumsi	Volume konsumsi ikan pari asap penduduk Kota Surabaya per tahun	Kg/Jiwa
Penjualan tanpa pengolahan	Produk mentah	Volume ikan pari yang dijual tanpa mengalami proses pengolahan	Kg
	Nilai penjualan produk mentah	Nilai dari banyaknya ikan pari yang dijual yang dinyatakan dalam satuan mata uang	Rp

Sumber: Hasil Sintesis Pustaka, 2017

3.4. Populasi dan Sampel

Untuk sasaran 1, penelitian ini menggunakan informan yang diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sistem yang akan dimodelkan. Informan ini berasal dari kalangan pelaku usaha di Sentra Ikan Bulak yang ditetapkan dengan kriteria tertentu (*purposive sampling*).

Kesesuaian informan dengan kriteria yang dibutuhkan ditentukan dengan menggunakan lembar *screening* (tercantum dalam Lampiran A). Kriteria informan dari segmen pelaku usaha adalah sebagai berikut:

- Merupakan pelaku usaha pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak
- Jenis kelamin laki-laki atau perempuan, berusia antara 30-55 tahun
- Pendidikan minimal SMP atau setara
- Telah menggeluti usaha pengasapan ikan minimal sejak 5 (lima) tahun terakhir

Sedangkan untuk sasaran 2, pada penelitian ini sampel berjumlah sebanyak 17 unit atau kurang dari 30 unit, sehingga pengambilan data harus dilakukan dengan **metode sensus** yang mana

semua populasi dilibatkan dalam pengambilan data karena jumlah populasi unit usaha pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak (SIB).

Pada sasaran 3 (tiga) tidak ada sampel baru sebab proses pengerjaan sasaran ini merupakan kelanjutan dari sasaran 2 (dua).

3.5. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei primer dan survei sekunder. Pada bagian ini penjelasan mengenai metode pengumpulan data dibedakan berdasarkan data yang digunakan untuk sasaran 1 dan sasaran 2. Secara keseluruhan detail data yang diperoleh dengan cara survei primer maupun sekunder dapat dilihat pada **Tabel III.2.**

3.5.1. Metode Pengumpulan Data Untuk Sasaran 1

Untuk sasaran 1, data yang diperlukan meliputi alur proses pengasapan ikan pari yang dilakukan oleh pelaku usaha di Sentra Ikan Bulak. Data ini diperoleh dari observasi serta tanya jawab dengan informan terpilih yang merupakan pelaku usaha. Nantinya data yang diperoleh ini akan diolah menjadi sebuah informasi dengan metode analisis deskriptif yang juga ditampilkan dalam bentuk diagram input output, bagan model konseptual, dan diagram *causal loop*.

3.5.2. Metode Pengumpulan Data Untuk Sasaran 2

Untuk data-data yang digunakan pada sasaran 2, metode pengumpulan data yang digunakan adalah survei primer dan survei sekunder. Survei primer dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada semua pelaku usaha yang ada. Selain melakukan survei primer, penelitian ini juga memerlukan data yang dikumpulkan melalui survei sekunder. Survei sekunder dilakukan untuk memperoleh data-data utamanya mengenai faktor konsumsi yang dipengaruhi oleh laju konsumsi dan jumlah penduduk.

Tabel III. 2 Kebutuhan Data

No.	Data	Sumber Data	Cara memperoleh
UNTUK SASARAN 1			
1	Alur proses pengasapan ikan pari di Sentra Ikan Bulak	Pelaku usaha (informan terpilih)	Observasi dan tanya jawab
UNTUK SASARAN 2			
1	Volume tangkapan ikan pari dari nelayan Bulak	Dinas Pertanian bagian Perikanan	Survei sekunder: survei instansional
2	Volume bahan baku (ikan pari) harian	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
3	Proporsi komposisi bagian tubuh ikan pari	Bank Indonesia	Survei sekunder: studi pustaka
4	Volume media pengasapan yang digunakan	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
5	Volume limbah sisa media pengasapan	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
6	Konsumsi air untuk proses pengolahan	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
7	Nilai penjualan produk	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
8	Nilai penjualan limbah	Pelaku usaha	Survei primer: kuesioner
9	Jumlah penduduk Kota Surabaya	BPS Kota Surabaya	Survei sekunder: studi pustaka
10	Laju konsumsi ikan pari penduduk Kota Surabaya	Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur	Survei sekunder: studi pustaka

Sumber: Hasil Analisis, 2017

3.6. Metode Analisis

Sasaran 1 dalam penelitian ini adalah menentukan batasan dari model *system dynamics* yang akan dikembangkan. Pada tahap ini variabel dan faktor hasil sintesis pustaka dijadikan sebagai pengetahuan dasar dalam membentuk model. Model dibatasi berdasarkan hasil tanya jawab dengan informan dan hasil observasi. Hasil yang diharapkan dari sasaran 1 ini adalah batasan model yang dinyatakan dalam bentuk diagram input-output, bagan model konseptual, dan diagram *causal loop*. Ketiga diagram tersebut kemudian dianalisis dengan analisa deskriptif kualitatif.

Selanjutnya, **sasaran 2** adalah memodelkan industri pengolahan ikan pari skala UMKM di SIB yang telah menerapkan produksi bersih. Sasaran ini diselesaikan dengan menggunakan pemodelan *system dynamics*. Model disusun berdasarkan faktor, sedangkan submodel disusun berdasarkan variabel yang didapatkan dari sasaran 1. Proses validasi model dapat dilakukan dengan melakukan uji MAPE dengan rentang nilai $<5\%$ (model yang dihasilkan sangat tepat), $5-<10\%$ (model yang dihasilkan tepat, atau $>0\%$ (model tidak tepat) (Muhammadi dkk dalam Hidajat, 2014). Alternatif lain, yaitu cara kualitatif yang dapat digunakan untuk memvalidasi model adalah dengan membandingkan visual antara simulasi dengan kondisi aktual wilayah studi.

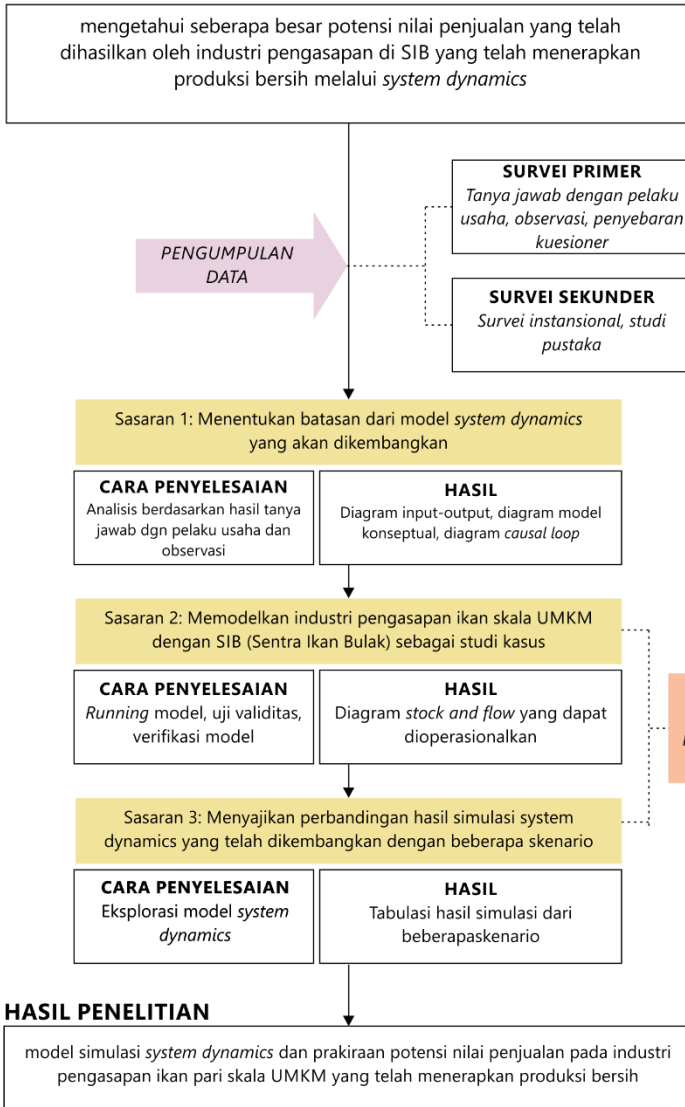
Setelah model selesai disusun dan dapat disimulasikan, **sasaran 3** dapat diproses. Pada sasaran 3 peneliti menyajikan perbandingan hasil simulasi dari skenario yang dirumuskan. Fungsi dari simulasi skenario ini adalah untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada sistem. Dari hasil simulasi ini pula muncul prakiraan potensi nilai penjualan dari kegiatan pengolahan ikan pari asap di Sentra Ikan Bulak.

Tabel III. 3 Pengerjaan Tiap Sasaran

Komponen	Sasaran ke-		
	1	2	3
Aktivitas	Menentukan batasan dari model <i>system dynamics</i> yang akan dikembangkan	Memodelkan industri pengasapan ikan skala UMKM dengan Sentra Ikan Bulak (SIB) sebagai studi kasus	Menyajikan perbandingan hasil simulasi model <i>system dynamics</i> yang telah dikembangkan dengan beberapa skenario
Cara Penyelesaian	Analisis deskriptif berdasarkan hasil tanya jawab dengan pelaku usaha dan observasi	<i>Running</i> model, uji validitas, verifikasi model	Eksplorasi model <i>system dynamics</i>
Hasil	Diagram input-output, diagram model konseptual, diagram <i>causal loop</i>	Diagram <i>stock and flow</i> yang dapat dioperasikan	Tabulasi hasil simulasi dari beberapa skenario

Sumber: Hasil Analisis, 2017

TUJUAN

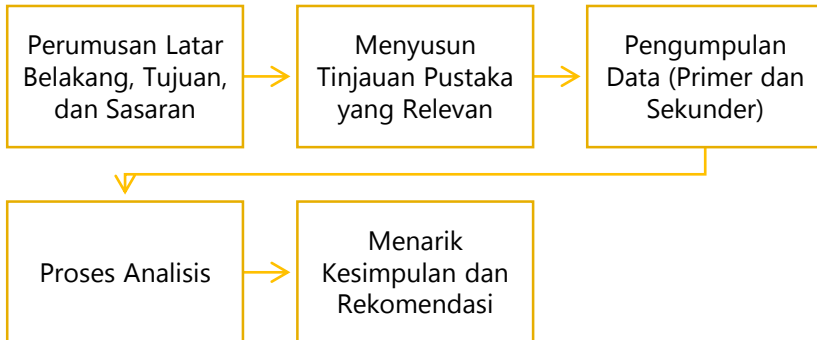


Gambar III. 1 Alur Analisis

Sumber: Penulis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

3.7. Tahapan Penelitian



Gambar III. 2 Tahapan Dalam Penelitian

Sumber: Penulis, 2017

Tahapan yang ditempuh oleh penulis dalam penelitian ini dimulai dari penyusunan latar belakang untuk mendefinisikan permasalahan yang diangkat dengan didukung oleh fakta empirik pada lokasi studi dan metode yang digunakan (*system dynamics*). Selanjutnya setelah latar belakang disusun, maka tahap selanjutnya adalah merumuskan permasalahan yang diangkat serta menetapkan tujuan dan sasaran dari penelitian. Sasaran yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui untuk mencapai tujuan penelitian. Penelitian ini memiliki 3 (tiga) sasaran, yaitu: menentukan batasan dari model *system dynamics* yang akan dikembangkan; (2) memodelkan industri pengasapan ikan pari skala UMKM dengan Sentra Ikan Bulak (SIB) sebagai studi kasus; (3) menyajikan perbandingan hasil simulasi *system dynamics* yang telah dikembangkan dengan beberapa skenario. Setelah itu batasan dari

studi dapat ditetapkan untuk memperinci sejauh mana penelitian ini dilakukan.

Sebelum pengumpulan data dapat dilakukan, maka tahapan yang harus dilakukan adalah menyusun tinjauan pustaka dari berbagai referensi yang terkait dengan penelitian. Tinjauan pustaka yang digunakan pada penelitian ini meliputi konsep usaha mikro, kecil, dan menengah, konsep industri pengolahan ikan (termasuk mengenai pengasapan ikan berbahan baku ikan pari dan pendapa produksi bersih pada industri pengolahan ikan), dan konsep pemodelan *system dynamics*. Tinjauan pustaka ini kemudian disintesis untuk memperoleh faktor dan variabel dalam penelitian.

Variabel dalam penelitian ini kemudian mempengaruhi kebutuhan data. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan 2 (dua) cara, yaitu melalui survei primer dan survei sekunder. Survei primer dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner, sedangkan survei sekunder dilakukan dengan cara meminta data pada instansi yang dituju (survei instansional) dan studi pustaka .

Setelah semua data yang diperlukan terkumpul, maka tahap selanjutnya adalah menganalisis data sesuai dengan metode analisis yang digunakan. Rincian dari proses analisis yang digunakan dapat dilihat pada subbab sebelumnya. Perangkat lunak yang digunakan untuk menghasilkan model pada penelitian ini adalah Powersim Studio 7. Apabila proses analisis telah selesai maka tahap selanjutnya adalah menyusun kesimpulan serta rekomendasi berdasarkan hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

4.1.1. Gambaran Umum Kecamatan Bulak

Kecamatan Bulak terletak di bagian utara Surabaya, dengan ketinggian +- 4-12 mdpl. Secara administratif, Kecamatan Bulak berbatasan dengan Kecamatan di sebelah utara, Selat Madura di sebelah timur, Kecamatan Mulyorejo di sebelah selatan, dan Kecamatan Tambaksari di sebelah barat. Secara keseluruhan luas wilayah Kecamatan Bulak adalah 6,72 km² yang meliputi Kelurahan Sukolilo Baru, Kelurahan Kenjeran, Kelurahan Bulak, dan Kelurahan Kedung Cowek.

Tabel IV. 1 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan Kepadatan Penduduk Hasil Registrasi (Tahun 2015)

Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km ²)
Sukolilo Baru	1,55	18.567	12.141
Kenjeran	1,13	5.564	4.923
Bulak	0,93	6.245	6.715
Kedung Cowek	3,13	11.917	10.907

Sumber: BPS, 2016

Total jumlah penduduk Kecamatan Bulak adalah sebanyak 42.302 jiwa, dengan distribusi kepadatan penduduk yang berbeda-beda setiap kelurahannya. Berdasarkan **Tabel IV.1** dapat diketahui bahwa Kelurahan Sukolilo Baru adalah kelurahan dengan jumlah penduduk terbanyak dan kepadatan jiwa tertinggi, yaitu sebesar 12.141 Jiwa/Km².

4.1.2. Gambaran Umum Pengolahan Ikan di Kawasan Kenjeran

Sentra Ikan Bulak (SIB) terletak di kawasan pesisir Kenjeran, Kota Surabaya. Aktivitas yang berkembang di Kawasan Kenjeran selain aktivitas pariwisata adalah industri pengolahan ikan skala UMKM (usaha mikro, kecil, dan menengah). Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pelaku usaha, industri pengolahan ikan di kawasan Kenjeran telah berlangsung semenjak tahun 1994. Komoditas yang diproduksi oleh klaster industri pengolahan ikan di kawasan Kenjeran ini antara lain kerupuk terung, kerupuk teripang, lorjuk, telur terung, ebi goreng, ikan asin, teri bulu ayam, kerupuk kupang, terasi, ikan asap, abon ikan, dan lain-lain. Selain memproduksi makanan berbasis hasil laut, para pengusaha juga memproduksi makanan lain seperti kerupuk rambak, dan lain-lain.



Gambar IV. 2 Proses Pembuatan Ikan Asin di Kawasan Kenjeran

Sumber: Survei Primer, 2017

Masyarakat setempat menjalankan usaha ini di lingkungan permukiman yang mana kondisi permukimannya adalah permukiman berkepadatan tinggi yang memiliki gang-gang yang menghubungkan

antar RT. Tidak sedikit pelaku usaha yang memanfaatkan badan jalan untuk kegiatan produksi. Mayoritas kegiatan produksi yang memanfaatkan badan jalan adalah penjemuran produk hasil olahan. Bagian depan rumah yang menghadap ke jalan sering kali dimanfaatkan sebagai kios untuk menjual produk-produk olahan ikan.

Berdasarkan hasil observasi, kegiatan pengolahan ikan di Kawasan Kenjeran terkonsentrasi pada berbagai titik yang dibedakan berdasarkan produk yang dihasilkan. Kegiatan pengolahan ikan asin dilakukan di kampung Bulak Cumpat gang I dan II, Kelurahan Bulak. Sedangkan kegiatan pengolahan kerupuk terkonsentrasi di Sukolilo. Selain itu terdapat pula kelompok pelaku industri yang berkonsentrasi pada kegiatan pengasapan ikan juga memanfaatkan Sentra Ikan Bulak (SIB) yang terletak 1,5 Km dari sisi utara Jembatan Kenjeran. SIB ini adalah fasilitas yang dibangun oleh pemerintah Kota Surabaya yang berfungsi sebagai sarana produksi, khususnya pengasapan ikan, sekaligus sarana pemasaran produk hasil olahan ikan.

4.1.3. Gambaran Umum Sentra Ikan Bulak

Pada studi ini, lokasi yang akan digunakan sebagai dasar dalam membangun model adalah Sentra Ikan Bulak. Lokasi ini dipilih karena telah menerapkan produksi bersih secara sederhana. Sentra Ikan Bulak (SIB) adalah fasilitas umum milik Pemerintah Kota Surabaya yang diperuntukkan untuk aktivitas jual beli ikan dan produk olahannya serta pusat pengasapan ikan. Secara administratif SIB terletak di Kelurahan Kedung Cowek. Berdasarkan hasil wawancara, SIB mulai dibangun pada tahun 2009 dan diresmikan pada tahun 2012. Bangunan utama terdiri atas 2 (dua) lantai yang mana lantai dasar digunakan untuk aktivitas pengasapan ikan, tempat penyimpanan ikan dan kegiatan jual beli produk olahan berbahan baku

ikan, sedangkan lantai atas merupakan area *food court*, kios kerajinan kerang, kantor pengelola, dan mushola.



Gambar IV. 3 Kegiatan Pengasapan Ikan

Sumber: Survei Primer, 2017

Jumlah unit usaha pengasapan ikan di SIB berjumlah sebanyak 40 unit yang mana setiap unit memiliki tungku pengasapannya tersendiri. Saat ini jumlah unit pengasap yang aktif berjumlah 17 unit. Setiap unit dikelola oleh perseorangan, baik tanpa pekerja maupun dengan pekerja. Pekerja yang bekerja pada unit pengasapan pun umumnya masih memiliki hubungan kekerabatan dengan pemilik unit. Sebelum SIB aktif beroperasi para pelaku usaha menjalankan kegiatan produksi di lahan kosong yang terletak di depan Taman Hiburan Pantai (THP) Kenjeran. Pada tahun 2012 kegiatan produksi dipindah ke SIB oleh Pemerintah Kota Surabaya. Industri pengasapan ikan di SIB ini telah mengimplementasikan produksi bersih secara sederhana.

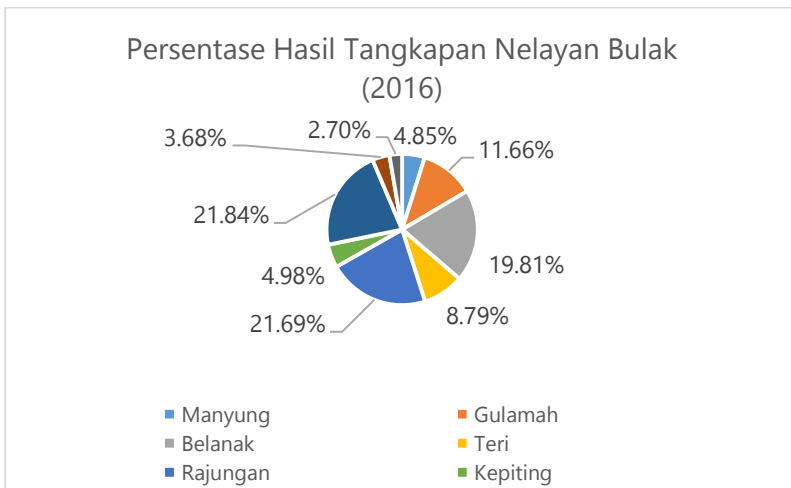
Jenis ikan yang digunakan sebagai bahan baku ikan asap adalah ikan pari, ikan manyung, ikan patin, dan ikan tenggiri. Namun ikan tangkap paling lazim dimanfaatkan adalah ikan manyung dan ikan pari. Berdasarkan hasil wawancara, stok ikan pari yang masuk

dari nelayan lokal yang didaratkan di kawasan Kenjeran tidak selalu mencukupi sehingga alternatifnya nelayan juga mencari bahan baku dari pasar ikan di Pabean.

Tabel IV. 2 Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Bulak Tahun 2016

No.	Jenis Ikan	Volume
1	Manyung	233,12
2	Gulamah	560,49
3	Belanak	952,44
4	Teri	422,64
5	Rajungan	1.043,02
6	Kepiting	239,53
7	Udang Putih Jrebung	1.050,45
8	Pari	177,16
9	Kerang darah	130,06
Total Volume		4.808,91

Sumber: Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2017



Gambar IV. 4 Persentase Hasil Tangkapan Nelayan Bulak
Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan diagram lingkaran di atas (**Gambar IV.2**) dapat diketahui bahwa udang putih rebung mendominasi hasil tangkapan nelayan Bulak dengan persentase sebesar 21,84%. Tangkapan terbanyak kedua adalah rajungan dengan persentase sebesar 21,69%. Sementara persentase ikan pari, sebagai komoditas yang dibahas pada penelitian ini, adalah sebesar 3,68% dari keseluruhan tangkapan nelayan Bulak selama tahun 2016.

4.1.3. Gambaran Kependudukan Kota Surabaya

Pada penelitian ini, unsur-unsur kependudukan yang dianggap mempengaruhi faktor konsumsi hasil produksi industri ikan pari asap hasil produksi Sentra Ikan Asap adalah jumlah penduduk yang mana juga dipengaruhi oleh tingkat kelahiran, tingkat kematian, imigrasi, dan emigrasi.

Tabel IV. 3 Angka Imigrasi, Emigrasi, Kematian, dan Kelahiran Kota Surabaya (jiwa)

Tahun	Imigran (masuk)	Emigran (keluar)	Kematian	Kelahiran	Jumlah penduduk
2011	41.441	22.064	15.823	39.804	3.024.321
2012	111.594	30.210	20.322	40.190	3.125.576
2013	65.048	21.181	15.394	46.405	3.200.454
2014	67.416	31.287	24.351	45.437	2.858.661

Sumber: BPS, 2016

Dari Tabel IV.3 dapat diketahui bahwa dari tahun 2011 hingga tahun 2013 penduduk Kota Surabaya mengalami peningkatan jumlah. Namun pada tahun 2014 jumlah penduduk Kota Surabaya mengalami penurunan yang signifikan untuk sebuah kota metropolitan, sehingga ada indikasi bahwa data pada tahun tersebut tidak valid.

4.2. Analisis dan Pembahasan

Penyampaian hasil dan pembahasan dalam tulisan ini terbagi atas beberapa bagian, yaitu: (1) batasan sistem. (2) formulasi model; (3) tampilan model; (4) uji validasi; (5) verifikasi model; (6) hasil simulasi model.

4.2.1. Batasan Sistem

Batasan sistem dalam model yang akan dikembangkan dinyatakan dalam bentuk diagram input-output, bagan model konseptual, dan diagram *causal loop*. Setiap diagram memiliki fungsinya tersendiri. Diagram input-ouput (**Gambar IV.5**) memuat input terkendali dan tak terkendali, lingkungan, serta ouput terkendali dan tak terkendali. Selanjutnya, bagan model konseptual (**Gambar IV.6**) memuat informasi mengenai proses perlakuan terhadap komoditas yang dibahas. Bagan model konseptual ini selanjutnya dijadikan panduan dalam membuat *causal loop* (**Gambar IV.7**). Diagram *causal loop* sendiri menunjukkan hubungan sebab-akibat antar variabel dan nilainya, apakah positif atau negatif.

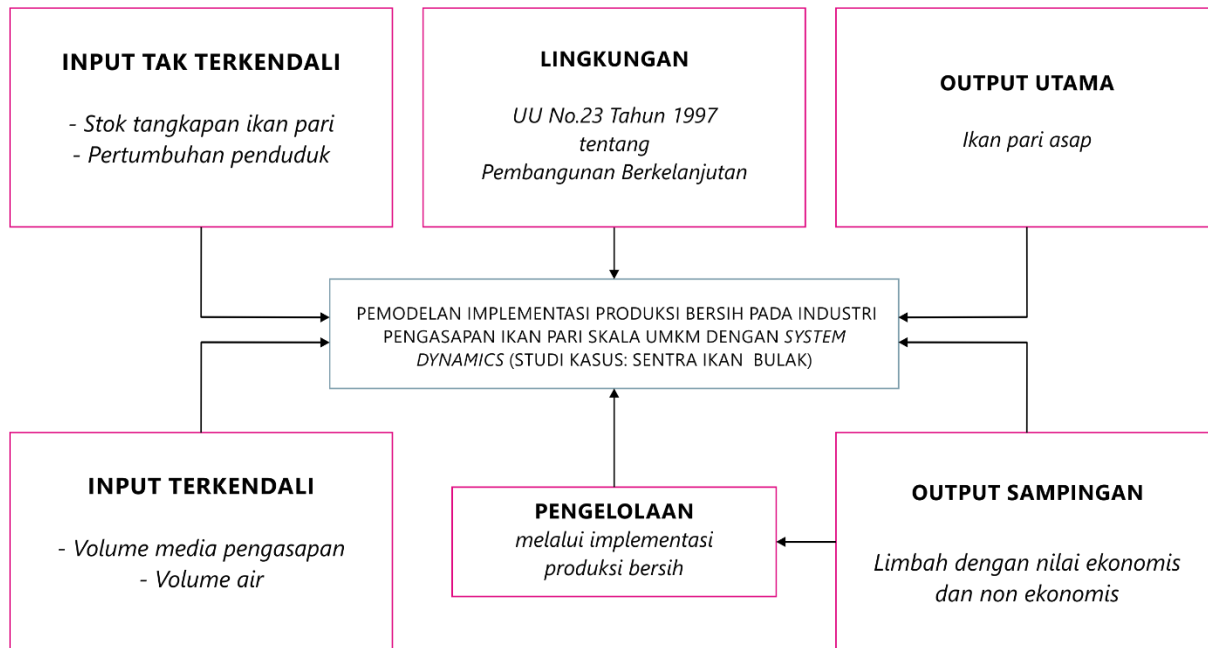
4.2.1.1. Diagram Input-Output

Jenis *input* pada diagram *input-output* terbagi atas *input* tak terkendali dan *input* terkendali. Penulis mengidentifikasi stok tangkapan ikan pari dan pertumbuhan penduduk sebagai input tak terkendali karena perkembangan kedua entitas tersebut terjadi secara alami, meskipun masih ada kemungkinan intervensi yang secara teknis sulit untuk dilakukan. Adapun *input* terkendali yang dimaksud adalah volume media pengasapan berupa batok kelapa dan volume air yang diperlukan untuk proses pencucian bahan baku. Kedua entitas tersebut merupakan *input* dapat dikendalikan karena nominal yang digunakan setiap satuan waktu dapat diketahui secara pasti yang mana volume media pengasapan dan volume air bersih yang digunakan bergantung pada volume bahan baku (ikan pari) yang masuk.

“Lingkungan” yang dimaksud dalam model ini adalah kebijakan yang mempengaruhi adanya implementasi produksi bersih, yaitu Undang-undang (UU) No.23 Tahun 1997 mengenai pembangunan berkelanjutan yang mana menjadi dasar penerapan produksi bersih.

Selanjutnya, jenis *output* terdiri atas output utama dan output sampingan. Pada sistem ini output utama adalah ikan pari asap yang

diproduksi oleh industri pengasapan di Sentra Ikan Bulak (SIB). Sedangkan output sampingan yang dimaksud adalah limbah dengan nilai ekonomis dan limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah yang memiliki nilai ekonomis adalah limbah kulit pari dan arang batok. Sedangkan limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis adalah limbah jeroan dan limbah cair sisa pembersihan ikan pari.

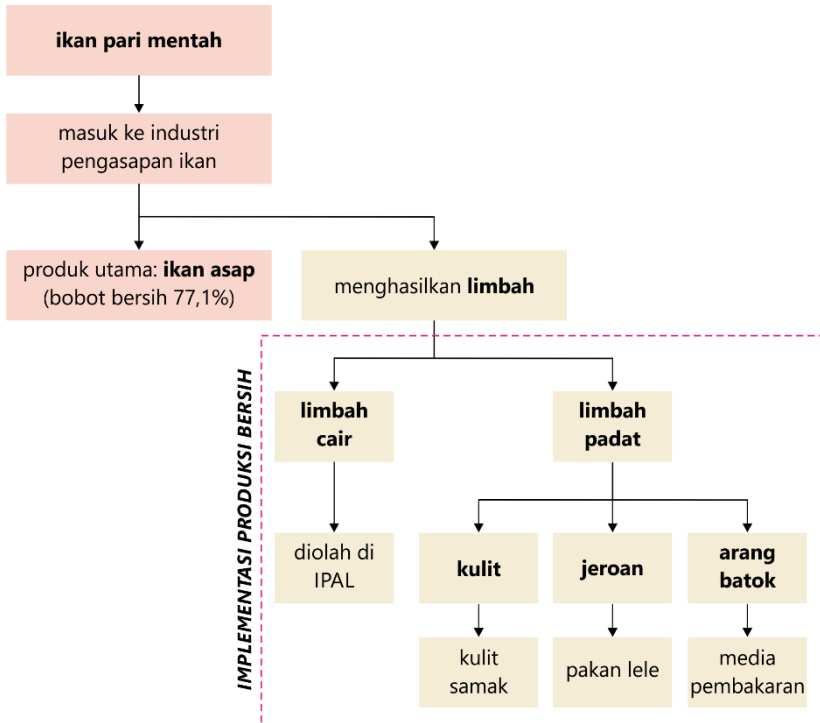


Gambar IV. 5 Diagram *Input-Output*
Sumber: Hasil Analisis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2.1.2. Bagan Model Konseptual

Tahapan proses produksi ikan asap dimulai dengan memotong dan membersihkan ikan terlebih dahulu. Bagian dari tubuh ikan yang tidak akan diproses menjadi ikan asap dipisahkan sebagai berikut: (1) kulit ikan pari akan dijual ke pengepul untuk disamak menjadi produk lain bernilai ekonomis; (2) limbah padat lainnya seperti jeroan dan tulang diambil oleh peternak lele untuk dimanfaatkan menjadi pakan lele. Berikutnya, ikan yang telah dipotong-potong akan dicuci. Proses pencucian dilakukan minimal sebanyak 2 (dua) kali di fasilitas pencucian ikan yang terdapat di dalam SIB. Dalam 1 (satu) kali proses pencucian, volume air yang dibutuhkan untuk mencuci 10 Kg ikan adalah 100 Lt sehingga dapat diasumsikan bahwa setiap 1 Kg ikan membutuhkan air sebanyak 10 Lt untuk proses pencucian. Setelah itu proses pengasapan dapat dimulai. Lamanya proses pengasapan berkisar selama 15 menit hingga warna daging ikan berubah menjadi kuning keemasan. Media pengasapan yang digunakan adalah batok kelapa yang berwarna kecoklatan. Sisa pengasapan ini akan menghasilkan arang batok yang dapat dijual. Ringkasan dari proses pengasapan secara singkat dapat dilihat pada model konseptual (**Gambar IV.4**).



Gambar IV. 6 Bagan Model Konseptual

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4.2.1.3. Diagram Causal Loop

Causal loop pada **Gambar IV.5** merupakan representasi dari sistem yang dimodelkan. Nantinya *causal loop* tersebut menjadi dasar dalam merumuskan diagram *stock and flow*. Tanda positif (+) pada lingkaran umpan balik didefinisikan sebagai hubungan yang bersifat positif terhadap entitas yang dihubungkan dengan tanda panah.

“Laju tangkapan” memiliki tanda panah dengan tanda positif (+) di ujung panah yang mengarah pada “volume tangkapan”. Artinya, semakin tinggi laju tangkapan ikan pari maka volume tangkapan ikan pari yang diperoleh pun semakin banyak. Ikan pari yang tertangkap ini dapat dijual sebagai produk mentah (“produk mentah”) dan ada yang didistribusikan menjadi bahan baku (“volume bahan baku”) industri pengasapan ikan pari skala UMKM di Sentra Ikan Bulak (SIB).

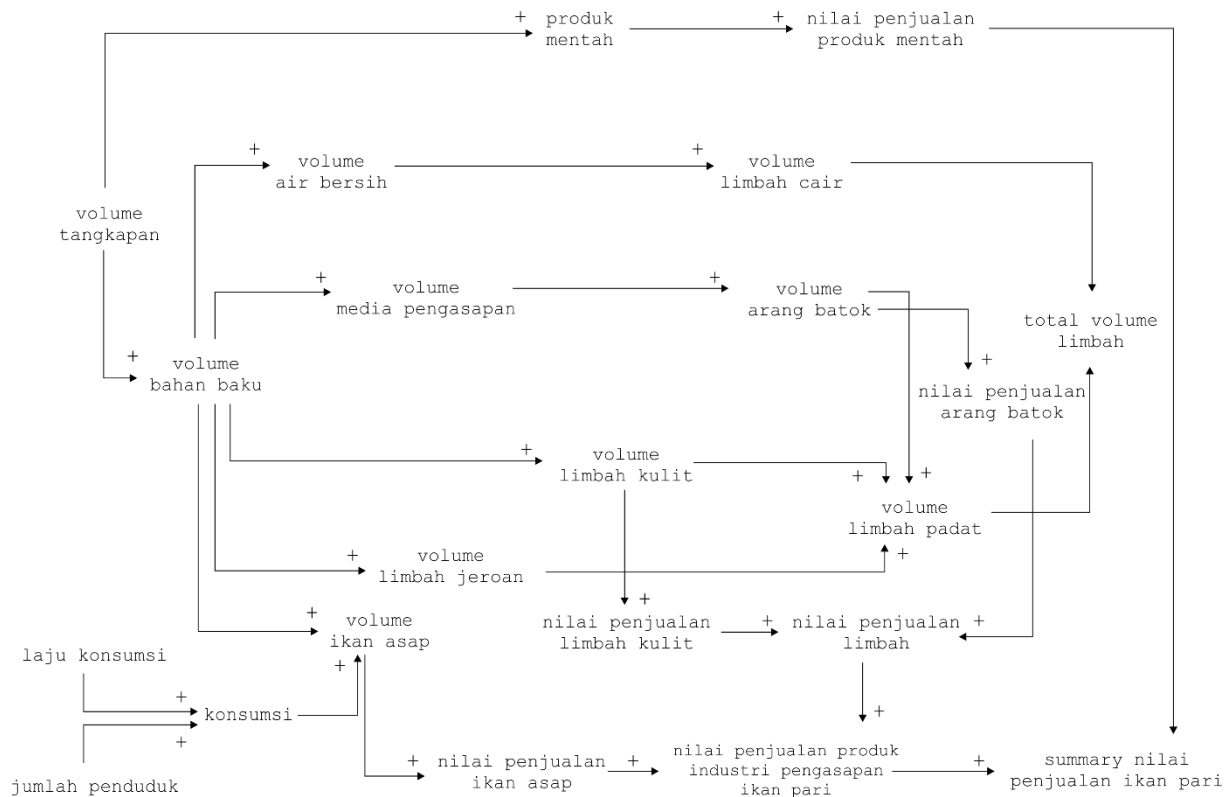
Untuk ikan pari yang menjadi bahan baku industri pengasapan di SIB, semakin banyak volume bahan baku maka tentu semakin banyak produk ikan asap (“volume ikan asap”) yang dihasilkan. Selain itu, volume bahan baku juga berbanding lurus terhadap volume air bersih yang digunakan untuk proses pencucian (“volume air bersih”). Kenaikan volume bahan baku juga berdampak terhadap media pengasapan (“volume media pengasapan”) yang digunakan serta limbah yang dihasilkan, yang mana terdiri atas limbah kulit (“volume limbah kulit”), limbah jeroan (“limbah jeroan”), dan limbah media pengasapan yang sudah berupa arang batok (“volume arang batok”).

Produksi ikan pari asap di SIB pun harus diikuti dengan kegiatan konsumsi. Kegiatan konsumsi sendiri dipengaruhi oleh laju konsumsi per jiwa (“laju konsumsi”) dan jumlah penduduk (“jumlah penduduk”).

Nilai penjualan dari kegiatan industri pengasapan ikan pari (“nilai penjualan produk industri ikan pari”) tidak hanya berasal dari penjualan produk utama (“nilai penjualan produk utama”) berupa ikan asap, tetapi juga dari nilai penjualan limbah (“nilai penjualan limbah”) yang memiliki nilai ekonomis, yaitu limbah kulit (“nilai penjualan limbah kulit”) dan arang batok (“nilai penjualan arang batok”).

Secara kumulatif total nilai penjualan ikan pari (“summary nilai penjualan ikan pari”) dihitung dari nilai penjualan produk yang tidak mengalami pengolahan (“nilai penjualan produk mentah”) dan nilai penjualan dari kegiatan industri pengasapan ikan pari (“nilai penjualan produk industri ikan pari”).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



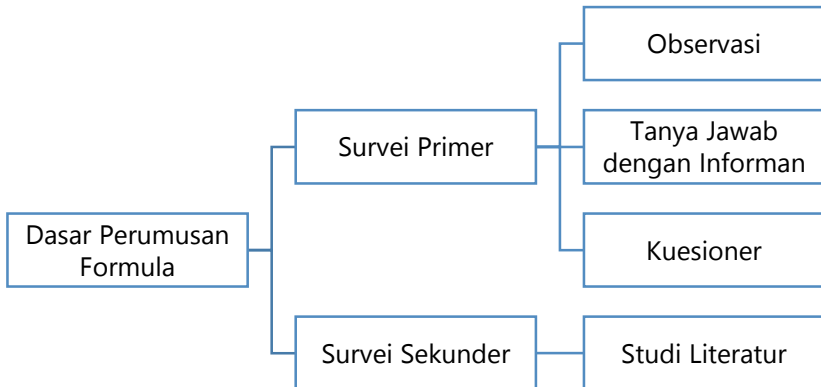
Gambar IV. 7 Causal Loop Secara Keseluruhan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2.2. Formulasi Model

Dalam pembuatan model *system dynamics* industri pengasapan ikan pari di SIB, digunakan beberapa asumsi yang dirumuskan berdasarkan hasil survei primer (observasi dan tanya jawab dengan informan) maupun survei sekunder.



Gambar IV. 8 Dasar Perumusan Formula

Sumber: Hasil Analisis, 2017

- Ikan pari yang digunakan sebagai bahan baku tidak dibedakan berdasarkan subspeciesnya. Adapun standar komposisi tubuh ikan pari yang digunakan oleh peneliti mengacu kepada standar Bank Indonesia (lihat **Tabel IV.4**). Pada simulasi yang dikembangkan, nilai persentase yang digunakan adalah batas bawah, sehingga dapat diketahui nilai minimal dari sistem yang disimulasikan. Berdasarkan survei primer, bagian tubuh ikan pari yang diolah dengan proses pengasapan adalah daging (dengan setengah dari daging melekat pada kulit), kepala, dan cocor.

Tabel IV. 4 Komposisi Tubuh Ikan Pari

No.	Bagian Tubuh	Persentase
1	Daging	50,0%
2	Kulit	7,0%
3	Kepala	9,0%
4	Perut	19,0%
5	Jeroan	4,5%
6	Cocor	7,5%

Sumber: Bank Indonesia, 2010

- Persentase penyusutan bobot ikan pari yang telah mengalami proses pengasapan adalah sebesar 10% (Bank Indonesia, 2010)
- Harga jual ikan pari dibedakan oleh pedagang berdasarkan bagian tubuhnya. Ikan pari asap selain bagian kepala dihargai Rp 40.000/Kg, sedangkan bagian kepala dihargai Rp 25.000/Kg.
- Limbah yang memiliki nilai ekonomis adalah limbah kulit pari dan arang batok. Untuk limbah kulit pari, hanya 50% yang dapat dimanfaatkan sebagai kulit samak.
- Volume air yang digunakan untuk mencuci setiap 1 Kg daging ikan pari adalah sebanyak 10 L.
- Limbah cair adalah keseluruhan volume air yang telah digunakan untuk proses pencucian yang massanya mengandung bahan pencemar berupa lemak/minyak (dengan kandungan 0,348 Kg setiap 1 Ton bahan baku) dan padatan tersuspensi (dengan kadar 1,42 Kg setiap 1 Ton bahan baku) (Ibrahim, 2005). Oleh karena itu, massa jenis limbah cair (*grey water*) dihitung sebagai berikut:

$$mj \text{ limbah cair} = mj \text{ air} + mj \text{ bahan pencemar}$$

Dengan nilai:

mj (massa jenis) air: 1 Kg/L

m_j (massa jenis) bahan pencemar berupa lemak/minyak: $3,48 \times 10^{-5} \text{ Kg/L}$

m_j (massa jenis) bahan pencemar berupa padatan tersuspensi: $14,2 \times 10^{-5} \text{ Kg/L}$

sehingga, masa jenis limbah cair adalah 1,0001768 Kg/L

- Laju pertumbuhan penduduk Kota Surabaya selama periode simulasi dianggap tetap.
- Laju konsumsi ikan laut (selain ikan tongkol, tuna, cakalang, kembung, teri, dan crustacea laut) setiap penduduk Kota Surabaya sebesar 1,01 Kg/Tahun (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur, 2016) dianggap tetap selama periode simulasi.
- Periode simulasi dibatasi selama 1 tahun terhitung dari 1 Januari 2017 hingga 1 Januari 2018.

Setelah asumsi-asumsi tersebut ditentukan, maka tahap selanjutnya adalah memformulasikan model, yaitu menyusun bentuk matematis dari rumusan masalah. Namun sebelum formula yang disusun dipindah ke perangkat lunak, kategori entitas juga harus disusun sesuai dengan fungsinya. Kategori dan nama entitas selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel IV.5**.

Setelah kategori entitas ditentukan, maka tahap selanjutnya adalah membuat model dengan menggunakan perangkat lunak Powersim Studio 7. Beberapa entitas mempunyai formula berdasarkan asumsi yang telah ditentukan. Detail dari formula yang digunakan terdapat pada **Tabel IV.6**. Selanjutnya setelah formula selesai disusun, maka tahap selanjutnya adalah membuat *stock and flow diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar IV.9**.

Formula yang digunakan pada model disusun dengan tata cara tertentu, dengan menggunakan simbol –simbol sebagai berikut:

- Tanda “+” menunjukkan penjumlahan
- Tanda “-” menunjukkan pengurangan
- Tanda “*” menunjukkan perkalian
- Tanda “/” menunjukkan pembagian

- Tanda “^” menunjukkan kepangkatan
- Tandan “()” menunjukkan pengelompokan

Tabel IV. 5 Kategori Entitas pada Diagram *Stock*

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
1	<i>Flow with rate</i>	rate_tangkapan_ikan_pari	Laju tangkapan harian ikan pari
		Rate_pertumbuhan	Laju pertumbuhan penduduk Kota Surabaya yang dihitung dengan rumus eksponensial
2	<i>Level</i>	stok_ikan_pari_tertangkap	Volume harian ikan pari yang tertangkap dan masuk ke SIB
		Penduduk_kota_surabaya	Jumlah penduduk Kota Surabaya selama periode simulasi
3	<i>Auxiliary</i>	vol_bahan_baku_asap	Volume bahan baku ikan pari asap (merujuk pada variabel bahan baku)
		limbah_padat_pari	Volume limbah padat dari tubuh ikan pari yang terdiri atas limbah jeroan dan limbah kulit
		Limbah_padat_jeroan	Volume limbah padat dari industri pengasapan ikan pari berupa jeroan pari (merujuk pada variabel limbah padat jeroan)
		Limbah_padat_kulit	Volume limbah padat dari industri pengasapan ikan pari berupa kulit pari (merujuk pada variabel limbah padat kulit)

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		limbah_padat_tertangani	Semua limbah padat pada sistem tertangani sehingga maksud dari entitas ini adalah volume seluruh limbah padat berupa limbah dari kulit pari, jeroan, dan arang batok (merujuk pada variabel limbah padat jeroan, limbah padat kulit, dan limbah padat arang batok)
		vol_limbah_tertangani	Akumulasi dari kedua jenis limbah yang tertangani pada sistem, yang terdiri atas limbah padat dan limbah cair
		vol_limbah_cair	Volume limbah cair (merujuk pada variabel limbah cair) dari industri pengasapan ikan pari di SIB yang bersumber dari air yang digunakan untuk proses pencucian ikan pari
		konsumsi_air	Volume air bersih (merujuk pada variabel konsumsi air) yang digunakan untuk proses pencucian ikan pari sebagai bahan baku ikan asap

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		produk_ikan_asap	Volume daging ikan pari yang akan diolah melalui proses pengasapan pada industri pengasapan ikan pari di SIB
		vol_akhir_ikan_pari_asap	Volume akhir ikan pari yang telah mengalami proses pengasapan dengan mempertimbangkan persentase penyusutan bobot daging ikan sebesar 10% akibat proses pengasapan
		media_pengasapan	Volume media pengasapan (merujuk pada variabel media pengasapan) berupa batok kelapa
		limbah_padat_arang_batok	Volume limbah padat berupa arang batok (merujuk pada variabel nilai limbah padat arang batok) yang dihasilkan dari sisa pemakaian batok sebagai media pengasapan
		nilai_penjualan_kulit_pari	Nilai penjualan kulit pari (merujuk pada variabel nilai penjualan kulit) sebagai limbah padat yang dijual kepada pengepul karena memiliki nilai ekonomis yang dinyatakan dalam satuan mata uang

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		nilai_penjualan_arang_batok	Nilai penjualan arang batok (merujuk pada variabel nilai penjualan arang batok) sebagai limbah padat sisa media pengasapan yang memiliki nilai ekonomis yang dinyatakan dalam satuan mata uang
		nilai_penjualan_limbah	Akumulasi nilai penjualan limbah yang memiliki ekonomis, yang terdiri atas nilai penjualan kulit pari dan nilai penjualan arang batok
		vol_pari_asap_non_kepala	Volume ikan pari asap yang dihasilkan dari bagian tubuh selain kepala. Perhitungan volume untuk entitas ini dibedakan dari entitas vol_pari_asap_kepala karena memiliki harga jual yang berbeda
		vol_pari_asap_kepala	Volume ikan pari asap yang dihasilkan dari bagian kepala ikan pari
		nilai_pari_asap_non_kepala	Nilai penjualan ikan pari asap yang dihasilkan dari bagian tubuh ikan pari selain bagian kepala yang dinyatakan dalam satuan mata uang

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		nilai_pari_asap_kepala	Nilai penjualan ikan pari asap yang dihasilkan dari bagian kepala ikan pari yang dinyatakan dalam satuan mata uang
		nilai_penjualan_produk	Akumulasi nilai penjualan ikan pari asap, baik bagian kepala maupun non kepala, yang dinyatakan dalam satuan mata uang
		penduduk_awal	Jumlah penduduk pada periode awal simulasi
		kebutuhan_konsumsi	Banyaknya konsumsi ikan laut (selain ikan tongkol, tuna, cakalang, kembung, teri, dan crustacea laut) penduduk Kota Surabaya
		gap	Selisih antara kebutuhan konsumsi ikan laut penduduk Kota Surabaya dengan volume ikan pari asap yang dapat diproduksi oleh industri pengasapan ikan pari di SIB
		produk_mentah	Volume ikan pari yang dijual tanpa mengalami proses pengolahan atau dalam bentuk mentah

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		nilai_penjualan_produk_mentah	Nilai penjualan dari ikan pari yang tidak mengalami proses pengolahan, yang dinyatakan dalam satuan mata uang
		summary_nilai_penjualan	Akumulasi dari seluruh nilai penjualan ikan pari, baik yang mengalami proses pengolahan dan tanpa pengolahan, serta nilai penjualan limbah dari industri pengasapan ikan pari di SIB yang memiliki nilai ekonomis, yang dinyatakan dalam satuan mata uang
4	Constant	con_rate_pertumbuhan_penduduk	Konstanta rata-rata pertumbuhan penduduk Kota Surabaya. Nilai konstanta ini adalah sebesar 0,024%/tahun yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus eksponensial untuk menghitung proyeksi penduduk
		time_produksi	Konstanta waktu produksi pada model simulasi yang dibangun, yaitu selama 1 Tahun. Entitas ini dimasukkan agar satuan hasil perhitungan untuk entitas gap berupa Kg/Tahun.

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		tk_konsumsi	Konstanta untuk tingkat konsumsi ikan laut (selain ikan tongkol, tuna, cakalang, kembung, teri, dan crustacea laut) penduduk Kota Surabaya. Nilai konstanta ini berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur adalah 1,01 Kg/Tahun/Jiwa .
		con_persen_produk mentah	Konstanta untuk persentase ikan pari tangkapan nelayan Bulak yang dijual dalam bentuk mentah atau tanpa mengalami proses pengolahan. Nilai konstanta ini berkisar antara 10%-90% yang dapat diubah-ubah dengan menggunakan fitur slider yang memiliki interval sebesar 10%.
		con_persen_industri_pengasapan	Konstanta untuk persentase ikan pari tangkapan nelayan Bulak yang dialokasikan untuk bahan baku industri pengasapan ikan di SIB. Nilai konstanta ini berkisar antara 10%-90% yang dapat diubah-ubah

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
			dengan menggunakan fitur slider yang memiliki interval sebesar 10%.
		con_produk_ikan_asap	Konstanta untuk persentase tubuh ikan pari yang dapat diolah dengan proses pengasapan. Nilai konstanta ini adalah 89% yang diperoleh dari penjumlahan persentase bagian tubuh ikan pari yang dapat dimanfaatkan berdasarkan literatur dari Bank Indonesia dan hasil survei primer.
		con_konsumsi_air	Konstanta untuk banyaknya volume air bersih yang terpakai setiap 1 Kg bahan baku. Nilai dari konstanta ini berdasarkan survei primer adalah sebesar 10 L , yang mana juga setara dengan 10 Kg karena massa jenis air adalah 1 Kg/L.
		con_limbah_cair	Konstanta untuk banyaknya limbah cair yang dihasilkan dari penggunaan air bersih untuk setiap 1 Kg bahan baku pada proses produksi ikan pari asap.

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
			Nilai konstanta ini adalah 1,0001768 Kg/L. (dasar perhitungan dapat dilihat pada halaman 68)
		con_limbah_pari	Konstanta untuk persentase dari tubuh ikan pari yang tidak dapat diolah melalui proses pengasapan sehingga dinyatakan sebagai limbah. Nilai dari konstanta ini berdasarkan literatur dari Bank Indonesia dan hasil survei primer adalah 8% , yaitu hasil penjumlahan persentase bagian tubuh ikan pari yang tidak dapat dimanfaatkan.
		con_limbah_jeroan	Konstanta untuk persentase dari jeroan ikan pari yang merupakan limbah. Nilai dari konstanta ini berdasarkan literatur dari Bank Indonesia adalah 4,5% .
		con_limbah_kulit_pari	Konstanta untuk persentase dari kulit pari yang merupakan limbah. Nilai dari konstanta ini berdasarkan literatur dari Bank Indonesia dan hasil survei primer adalah 3,5% .

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		con_media_pengasapan	<p>Konstanta untuk banyaknya media pengasapan yang terpakai untuk setiap kilogram ikan asap yang dihasilkan oleh industri pengasapan ikan pari di SIB.</p> <p>Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer ini adalah 100/100 yang artinya setiap 100 Kg daging yang akan diasap memerlukan 100 Kg media pengasapan.</p>
		con_arang_batok	<p>Konstanta untuk persentase perubahan bobot media pengasapan berupa batok kelapa menjadi arang batok.</p> <p>Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer adalah 25/75, yang artinya setiap 75 Kg media pengasapan setelah digunakan untuk proses pengasapan mengalami penyusutan hingga bobot akhirnya dalam wujud arang batok adalah 25 Kg.</p>
		con_nilai_penjualan_arang_batok	Konstanta untuk nilai penjualan arang batok, yang dinyatakan dalam satuan mata uang untuk setiap kilogram.

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
			Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer adalah Rp 50.000/Kg.
		Con_nilai_penjualan_kulit pari	Konstanta untuk nilai penjualan kulit pari sebagai limbah dari industri pengasapan ikan pari yang memiliki nilai ekonomis, yang dinyatakan dalam satuan mata uang untuk setiap kilogram. Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer adalah
		con_pari_asap_kepala	Konstanta untuk produk ikan pari asap yang berasal dari bagian kepala, termasuk cocor. Nilai dari konstanta ini dengan mempertimbangkan persentase bobot setiap bagian tubuh ikan pari dan persentase penyusutan bobot sebesar 10% akibat proses pengasapan berdasarkan literatur dari Bank Indonesia dan Mulyaningsih adalah 14,85%.

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
		con_nilai_pari_asap_kepala	Konstanta untuk nilai penjualan ikan pari asap bagian kepala, yang dinyatakan dalam satuan mata uang untuk setiap kilogram. Nilai dari konstanta ini adalah Rp 25.000/Kg.
		con_pari_asap_non_kepala	Konstanta untuk produk ikan pari asap yang berasal dari bagian tubuh pari selain kepala. Nilai dari konstanta ini dengan mempertimbangkan persentase bobot setiap bagian tubuh ikan pari dan persentase penyusutan bobot sebesar 10% akibat proses pengasapan berdasarkan literatur dari Bank Indonesia dan Mulyaningsih adalah 65,25%
		con_nilai_pari_asap_non_kepala	Konstanta untuk nilai penjualan ikan pari asap bagian non kepala, yang dinyatakan dalam satuan mata uang untuk setiap kilogram.

No.	Kategori Entitas	Nama Entitas	Keterangan
			Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer adalah Rp 40.000/Kg.
		con_nilai_produk_mentah	Konstanta untuk nilai penjualan ikan pari yang tidak mengalami proses pengolahan, yang dinyatakan dalam satuan mata uang untuk setiap kilogram. Nilai dari konstanta ini berdasarkan hasil survei primer adalah Rp 20.000.
5	Link	-	Setiap entitas (kecuali <i>dari rate with flow</i> menuju <i>level</i>) dihubungkan oleh <i>link</i>

Keterangan: Formula yang digunakan pada pemodelan ini dapat dilihat pada Tabel IV.6(Hal.89)

Sumber: Hasil Analisis, 2017

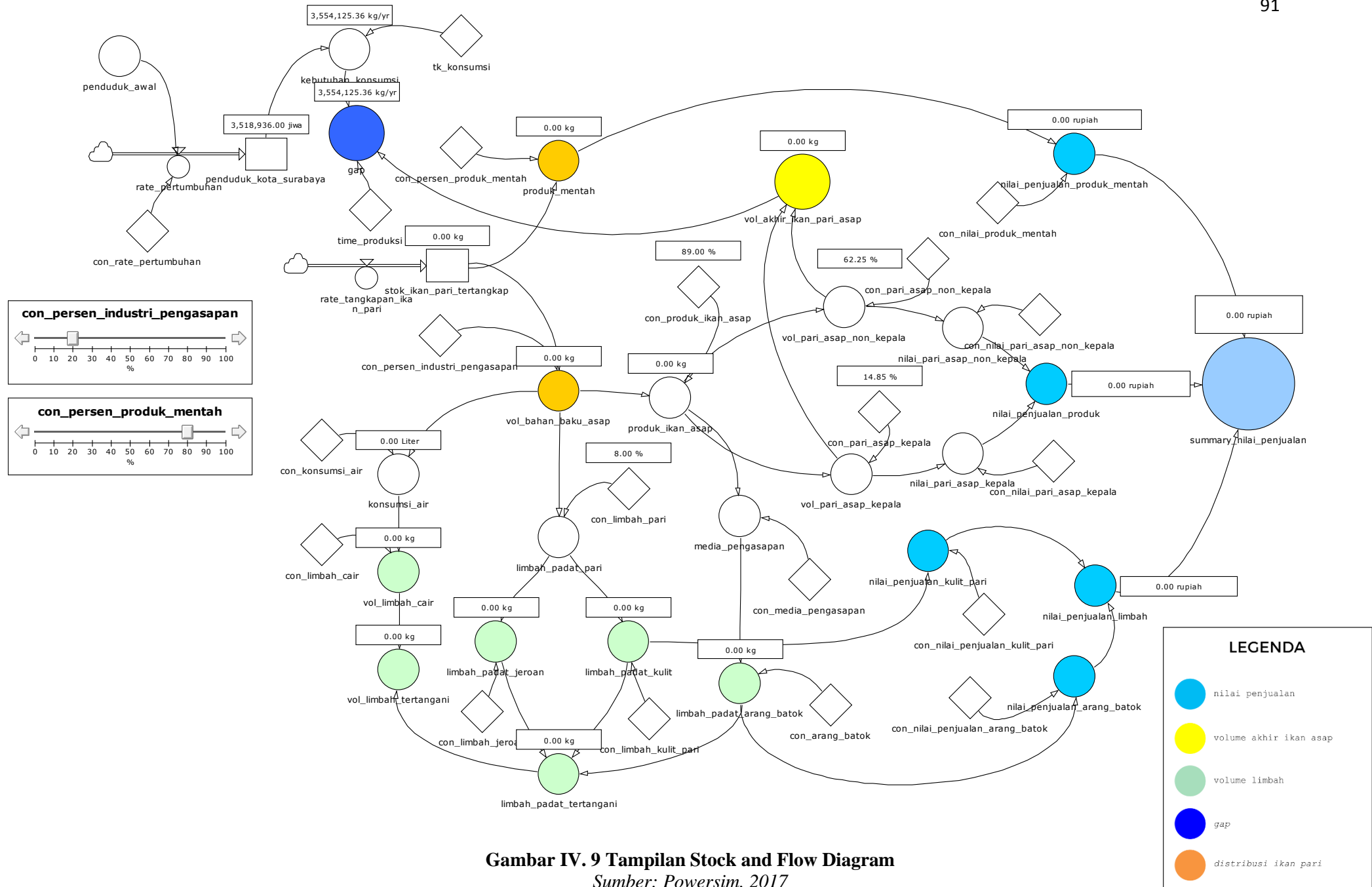
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel IV. 6 Formula dalam Model

Variabel	Nama Entitas	Formula	Referensi
bahan baku	vol_bahan_baku_asap	con_persen_industri_pengasapan*stok_ikan_pari_tertangkap	Asumsi
limbah padat	limbah_padat_pari	con_limbah_pari*vol_bahan_baku_asap	Bank Indonesia (2010)
limbah padat (jeroan)	limbah_padat_jeroan	con_limbah_jeroan*limbah_padat_pari	Bank Indonesia (2010)
limbah padat (kulit)	limbah_padat_kulit	con_limbah_kulit_pari*limbah_padat_pari	Bank Indonesia (2010)
konsumsi air	konsumsi_air	con_konsumsi_air*vol_bahan_baku_asap	Survei primer (2017)
limbah cair	vol_limbah_cair	con_limbah_cair*konsumsi_air	Survei primer (2017)
-	produk_ikan_asap	con_produk_ikan_asap*vol_bahan_baku_asap	Survei primer (2017)
-	vol_akhir_ikan_asap	vol_pari_asap_kepala+vol_pari_asap_non_kepala	Bank Indonesia (2010)
limbah padat arang batok	limbah_padat_arang_batok	con_arang_batok*media_pengasapan	Survei primer (2017)
media pengasapan	Media_pengasapan	con_media_pengasapan*produk_ikan_asap	Survei primer (2017)
nilai penjualan kulit	nilai_penjualan_kulit_pari	con_nilai_penjualan_kulit_pari*limbah_padat_kulit	Survei primer (2017)
nilai penjualan arang batok	nilai_penjualan_arang_batok	limbah_padat_arang_batok*con_nilai_penjualan_arang_batok	Survei primer (2017)
nilai penjualan lima	nilai_penjualan_limbah	nilai_penjualan_arang_batok+nilai_penjualan_kulit_pari	Survei primer (2017)
nilai penjualan produk	nilai_penjualan_produk	nilai_pari_asap_kepala+nilai_pari_asap_non_kepala	Survei primer (2017)
-	nilai_pari_asap_non_kepala	con_nilai_pari_asap_non_kepala*vol_pari_asap_non_kepala	Survei primer (2017)
-	nilai_pari_asap_non_kepala	con_pari_asap_non_kepala*produk_ikan_asap	Survei primer (2017)
-	nilai_pari_asap_kepala	con_nilai_pari_asap_kepala*vol_pari_asap_kepala	Survei primer (2017)
-	vol_pari_asap_kepala	con_nilai_pari_asap_kepala*vol_pari_asap_kepala	Survei primer (2017)
-	produk_mentah	con_persen_produk_mentah*stok_ikan_pari_tertangkap	Survei primer (2017)
-	gap	kebutuhan_konsumsi-(produk_ikan_asap/time_produksi)	Survei primer (2017)
-	nilai_penjualan_produk_mentah	con_nilai_produk_mentah*produk_mentah	Survei primer (2017)
-	summary_nilai_penjualan	nilai_penjualan_produk+nilai_penjualan_limbah+nilai_penjualan_produk_mentah	Survei primer (2017)

Sumber: Hasil Analisis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar IV. 9 Tampilan Stock and Flow Diagram

Sumber: Powersim, 2017

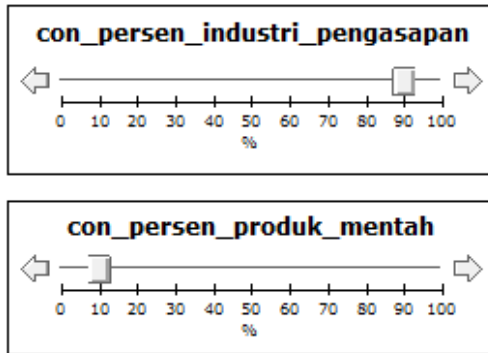
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2.3. Pembuatan Interface

Pembuatan *interface* (antar muka) bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memanfaatkan model *system dynamics* yang telah dibuat. *Interface* yang dibuat dalam model ini terdiri fitur *slider*, fitur *auto report*, dan kode warna untuk entitas tertentu.

4.2.3.1. Fitur Slider

Interface Pada entitas kontrol, yaitu entitas `con_persen_industri_pengasapan` dan `con_persen_produk_mentah` (keduanya berupa konstanta), yang menunjukkan distribusi ikan pari ditambahkan fitur *slider* yang dapat dioperasikan dengan menggeser tombol berbentuk persegi panjang pada slider pada persentase yang dikehendaki. *Slider* `con_persen_industri_pengasapan` berfungsi untuk mengatur persentase ikan pari yang akan distribusikan menjadi bahan baku industri pengasapan ikan pari, sedangkan *slider* `con_persen_produk_mentah` mengatur persentase ikan pari yang akan dijual tanpa mengalami proses pengolahan.

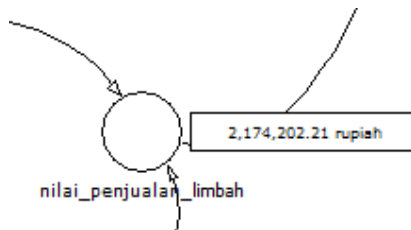


Gambar IV. 10 Fitur Slider pada Model

Sumber: Powersim, 2017

4.2.3.2. Fitur *Auto Report*

Fitur *auto report* pada perangkat lunak *Powersim Studio 7* memungkinkan pengguna untuk melihat nilai pada sebuah entitas dengan lebih mudah, jika dibandingkan dengan harus mengklik semua entitas satu per satu. Cara untuk menambahkan fitur ini adalah sebagai berikut: (1) klik kanan pada entitas yang akan diberi fitur *auto report*; (2) pilih menu “*show auto report*”.



Gambar IV. 11 Contoh Entitas dengan Fitur *Auto Report*

Sumber: Powersim, 2017

4.2.3.3. Kode Warna Untuk Entitas Tertentu

Beberapa entitas tertentu dianggap lebih penting untuk dijadikan bahan dalam proses analisis, sehingga entitas-entitas tersebut perlu dibedakan secara visual. Pada model yang telah disusun penulis memberikan kode warna untuk entitas yang dianggap penting, yaitu entitas yang menunjukkan distribusi ikan pari, nilai penjualan, volume akhir ikan asap, volume limbah, dan *gap*. Tampilan tersebut dapat dilihat pada **Gambar IV.9**.



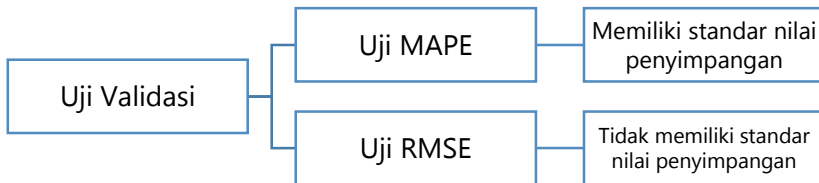
Gambar IV. 12 Kode Warna

Sumber: Penulis, 2017

4.2.4. Uji Validasi

Pada prinsipnya, uji validasi yang dapat dilakukan untuk mengetahui validitas model yang dibangun dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Namun uji validasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji MAPE (*Mean Percentage Absolute Error*), dan uji RMSE (*Root Mean Square Error*) yang bersifat

kuantitatif. Dari kedua jenis uji validasi yang digunakan, setiap uji validasi memiliki ciri khasnya tersendiri, yaitu dari data yang digunakan. Adapun entitas yang diuji validitasnya adalah entitas yang dianggap esensial. Pada penelitian ini, entitas yang diuji adalah entitas jumlah penduduk, yang mana dianggap mempengaruhi tingkat konsumsi, serta entitas produk ikan asap, yang mana menunjukkan volume produk ikan asap yang dihasilkan dari industri pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak (SIB).



Gambar IV. 13 Jenis Uji Validasi yang Digunakan

Sumber: Penulis, 2017

Melalui uji validasi kesesuaian data aktual dengan data simulasi dapat diketahui. Untuk uji MAPE jika nilai MAPE berada di bawah 5% maka model dikatakan sangat tepat, jika berada pada rentang 5 – 10% maka model dikatakan tepat, sedangkan jika di atas 10% maka model tidak tepat. Berbeda dari uji MAPE yang memiliki standar baku, uji RMSE tidak memilikinya. Dengan menggunakan RMSE peneliti hanya dapat mengetahui seberapa besar penyimpangan data yang terjadi, tanpa melihat apakah nilai penyimpangan tersebut ideal atau tidak.

4.2.4.1. Uji MAPE Entitas Jumlah Penduduk

Dari hasil uji MAPE untuk entitas jumlah penduduk dapat diketahui bahwa nilai MAPE adalah sebesar 0,01%. Karena berada di bawah 5% maka **model dapat dikatakan sangat tepat**.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|X_m - X_d|}{X_d} \times 100\%$$

Keterangan:

X_m : Nilai Aktual
X_d : Nilai Simulasi
n : Jumlah Data

Tabel IV. 7 Uji Validasi dengan Uji MAPE

Tahun	Jumlah Penduduk		X _m -X _d	X _m -X _d /X _d
	Aktual (X _m)	Simulasi (X _d)		
2011	3.024.321	3.024.321	0	0.00
2012	3.125.576	3.096.905	-28,671	-0.01
2013	3.200.454	3.355.919	155,465	0.05
Total (X_m-X_d)/X_d				0.04
Nilai MAPE				0.01

Sumber: Hasil analisis, 2017

4.2.. Uji RMSE Entitas Produk Ikan Asap

Formula untuk uji RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (observasi - prediksi)^2}{n}}$$

Keterangan:

n : banyaknya data

Berikut adalah hasil uji RMSE untuk entitas produksi ikan asap:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (1.048,56 - 1.122,68)^2}{17}}$$

Dengan nilai observasi entitas produksi ikan asap selama 3 (tiga) hari adalah sebesar 1.048,56 Kg, sedangkan nilai prediksi entitas produksi selama 3 hari adalah 1.122,68 Kg, maka nilai RMSE untuk banyaknya data yang dimaksud adalah 17 unit usaha adalah sebesar 17,97 Kg. Oleh karena itu, **selisih error yang pada model simulasi yang dibangun pada penelitian ini memiliki nilai sebesar 17,97 Kg.**

4.2.5. Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk mengecek apakah model yang dibangun sudah dapat mensimulasikan kondisi nyata. Proses ini dilakukan secara terus menerus hingga model siap untuk disimulasikan. Cara yang digunakan penulis untuk memverifikasi model adalah dengan memastikan bahwa semua entitas sudah lengkap dan memiliki definisi serta mempunyai formula (untuk entitas yang harus memiliki formula) yang didasari oleh survei primer maupun sekunder. Entitas yang belum didefinisikan memiliki simbol tanda tanya “?” dengan latar belakang lingkaran. Apa bila entitas tersebut sudah memiliki definisi, maka tanda tanya tersebut hilang. Ada

kalanya formula yang dibangun kurang meyakinkan, sehingga penulis harus mengecek kembali kondisi di lapangan. Setelah verifikasi model selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah mensimulasikan model dengan perlakuan tertentu.



Gambar IV. 14 Contoh Entitas yang Belum Terverifikasi

Sumber: Powersim Studio 7, 2017

4.2.6. Simulasi Model *System Dynamics*

Skenario yang akan disimulasikan adalah perbedaan proporsi distribusi ikan pari yang akan menjadi input untuk industri pengolahan dan ikan pari yang dijual mentah atau tidak mengalami proses pengolahan menjadi ikan asap. Jumlah skenario yang akan disimulasikan ada 9 (sembilan), yaitu: (1) 10%:90% ; (2) 20%:80% ; (3) 30%:70% ; (4) 40%:60% ; (5) 50%:50% ; (6) 60%:40% ; (7) 70%:30% ; (8) 80%:20% ; (9) 90%:10%. Untuk memudahkan proses simulasi dengan berbagai skenario berbeda, maka *slider* ditambahkan sebagai fitur antar muka. **Pada proses simulasi jangka waktu yang digunakan adalah 1 (tahun), terhitung dari 1 Januari 2017 hingga 1 Januari 2018.**

4.2.6.1. Submodel Kegiatan Pengasapan dan Penjualan Tanpa Pengolahan

Dari hasil simulasi dengan 9 (sembilan) skenario dengan perbedaan proporsi distribusi ikan pari, dapat diketahui bahwa semakin banyak ikan pari yang diolah menjadi ikan asap di Sentra Ikan Bulak (SIB) maka semakin tinggi pula nilai penjualannya secara agregat, meskipun nilai penjualan dari limbah yang memiliki nilai ekonomis belum dipertimbangkan. Perhitungan nilai penjualan ikan pari asap ini telah mempertimbangkan nilai penyusutan bobot ikan pari yang mengalami proses pengasapan, yaitu sebesar 10%. Ilustrasi persentase bagian tubuh ikan pari sebelum dan sesudah mengalami proses pengasapan dapat dilihat pada **Gambar IV.15**.

Tabel IV. 8 Rasio Nilai Penjualan Produk Terolah dan Tidak Terolah (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Nilai Penjualan (Rp)		Rasio Nilai Penjualan
	Terolah dengan Pengasapan	Tidak Terolah	
10% : 90%	444.967.611,92	3.145.249.440,00	14:100
20% : 80%	889.935.223,84	2.795.777.280,00	32:100
30% : 70%	1.334.902.835,76	2.446.305.120,00	55:100
40% : 60%	1.779.870.447,68	2.096.832.960,00	85:100
50% : 50%	2.224.838.059,60	1.747.360.800,00	127:100
60% : 40%	2.669.805.671,53	1.397.888.640,00	191:100
70% : 30%	3.114.773.283,45	1.048.416.480,00	297:100
80% : 20%	3.559.740.895,37	698.944.320,00	509:100
90% : 10%	4.004.708.507,29	349.472.160,00	1146:100

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Pada skenario dengan proporsi distribusi sama rata (kolom yang diberi warna **kuning**) nilai penjualan produk yang mengalami proses pengolahan lebih tinggi dibandingkan ikan pari yang dijual tanpa mengalami proses pengolahan. Pada **Tabel IV.8** dapat dilihat bahwa pada skenario 50%:50%, rasio nilai penjualan antara ikan pari yang terolah dengan proses pengasapan terhadap ikan pari yang dijual tanpa mengalami proses pengasapan adalah sebesar 127:100. Artinya,

dengan volume ikan pari yang sama proses pengasapan telah meningkatkan nilai penjualan ikan pari sebesar 27%. Rasio nilai penjualan ini tentu meningkat jika limbah dengan nilai ekonomis juga diperhitungkan dalam nilai penjualan.

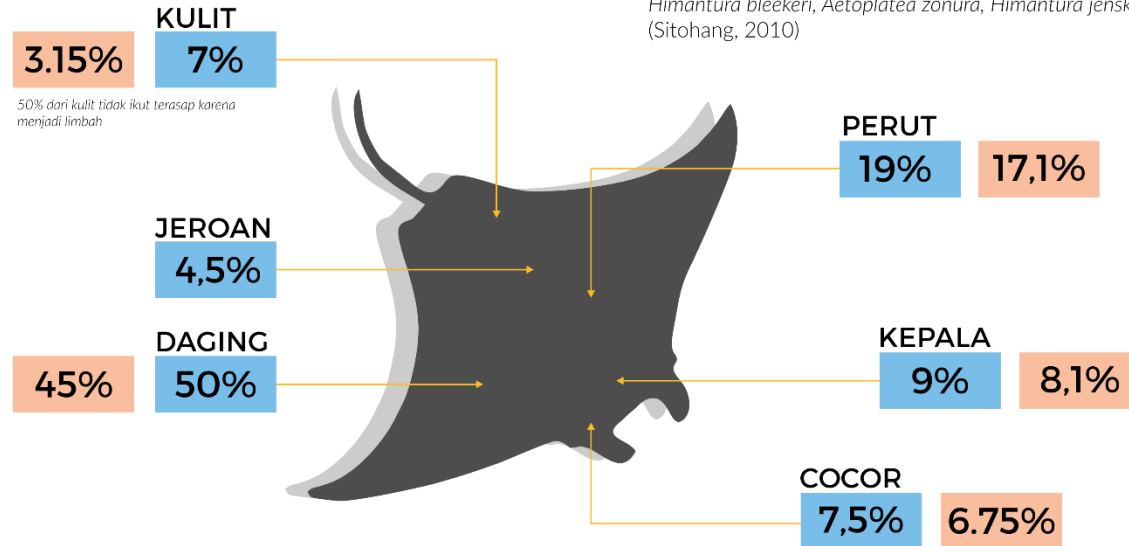
Selanjutnya, mulai pada skenario ke-6 (skenario 60%:40%) dapat terlihat bahwa nilai penjualan dari ikan pari asap baru dapat menyaingi nilai penjualan ikan pari yang tidak terolah. Pada **Tabel IV.8** kolom yang diberi warna kuning dan biru menunjukkan bahwa pada skenario-skenario tersebut nilai ikan pari yang terolah dengan proses pengasapan, tanpa memperhatikan nilai penjualan dari limbah yang memiliki nilai ekonomis, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai penjualan produk yang tidak terolah.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Ikan Pari

Famili Dayastidae

Spesies: *Himantura gerrardi*, *Dasyatis kuhlii*, *Dasyatis zugei*,
Himantura bleekeri, *Aetoplatea zonura*, *Himantura jenskii*
(Sitohang, 2010)



LEGENDA:

- Persentase (%) komposisi tubuh ikan pari
- Persentase (%) komposisi tubuh ikan pari setelah proses pengasapan (bobot susut sebesar 10%)

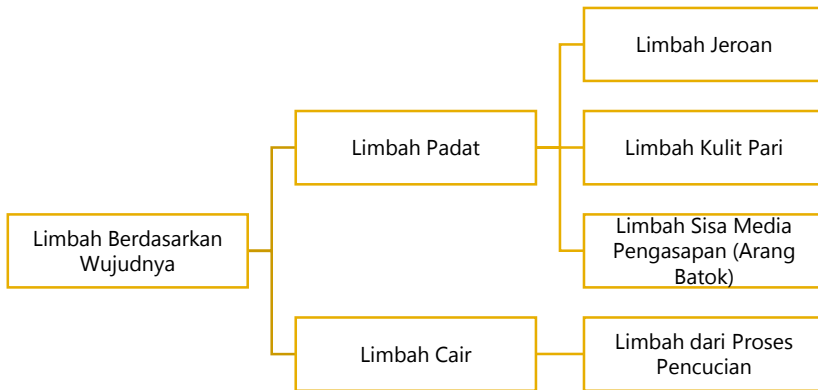
Referensi: Bank Indonesia (2010) dan hasil analisis (2017)

Gambar IV. 15 Ilustrasi Proporsi Tubuh Ikan Pari

Sumber: Penulis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2.6.2. Submodel Kegiatan Pengolahan Limbah



Gambar IV. 16 Limbah Berdasarkan Wujudnya

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan wujudnya, limbah dibedakan menjadi limbah cair dan limbah padat. Limbah padat yang dihasilkan mencakup limbah jeroan dan kulit pari, serta limbah media sisa pengasapan. Sedangkan limbah cair yang dihasilkan adalah limbah dari proses pencucian ikan pari yang kandungannya tidak hanya air murni, tetapi juga lemak/minyak dan padatan tersuspensi. Banyaknya limbah yang dihasilkan berdasarkan wujudnya dapat dilihat pada **Tabel IV.11**.

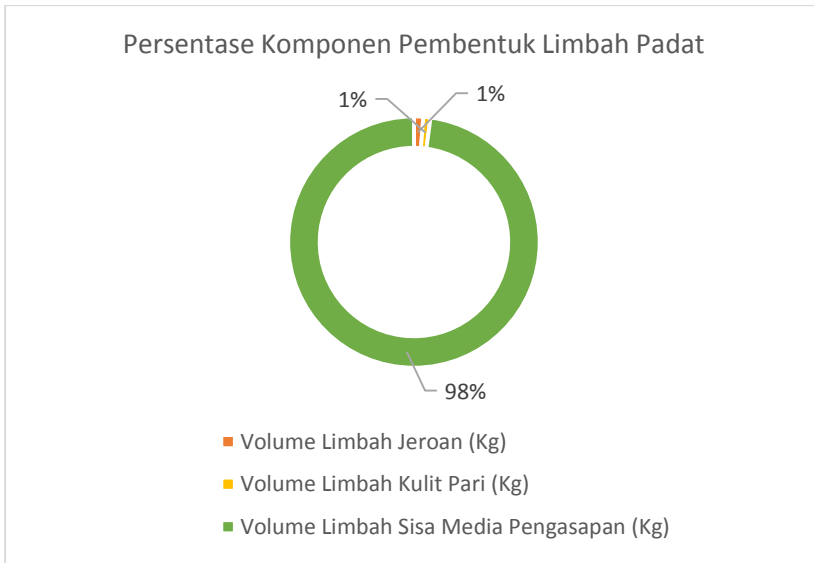
Pada **Tabel IV.9** dapat diketahui limbah padat yang dihasilkan berdasarkan hasil simulasi dengan 9 (sembilan) skenario, dengan periode simulasi 1 Tahun. Volume limbah sisa media pengasapan, yang berupa arang batok, mendominasi dari keseluruhan limbah padat yang dihasilkan.

Tabel IV. 9 Tabulasi Limbah Padat (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Limbah Jeroan (Kg)	Volume Limbah Kulit Pari (Kg)	Volume Limbah Sisa Media Pengasapan (Kg)
10% : 90%	17.473,61	62,90	48,93	5.183,84
20% : 80%	34.947,22	125,81	97,85	10.367,67
30% : 70%	52.420,82	188,71	146,78	15.551,51
40% : 60%	69.894,43	251,62	195,70	20.735,35
50% : 50%	87.368,04	314,52	244,63	25.919,19
60% : 40%	104.841,65	377,43	293,56	31.103,02
70% : 30%	122.315,26	440,33	342,48	36.286,86
80% : 20%	139.788,86	503,24	391,41	41.470,70
90% : 10%	157.262,47	566,14	440,33	46.654,53

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan persentasenya (lihat **Gambar IV.17**), limbah berupa arang batok berkontribusi sebesar 98% terhadap total limbah padat yang dihasilkan. Sedangkan kedua limbah padat yang lain, limbah jeroan dan limbah kulit pari, masing-masing menghasilkan limbah sebanyak 1% dari total limbah padat.



Gambar IV. 17 Persentase Komponen Pembentuk Limbah Padat
Sumber: Hasil Analisis, 2017

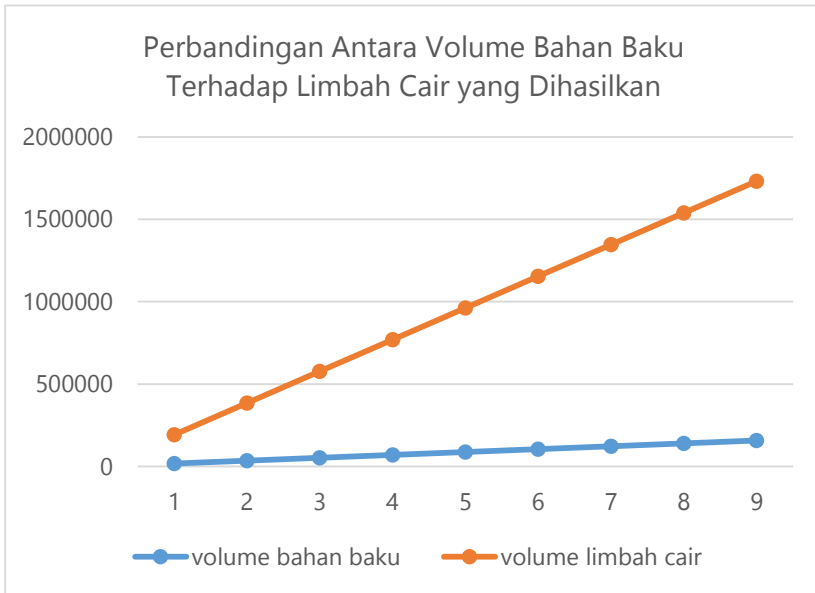
Kegiatan pengolahan ikan pari menjadi ikan asap tidak terlepas dari proses pencucian. Proses pencucian ikan pari di Sentra Ikan Bulak (SIB) memanfaatkan air bersih. Rata-rata setiap 1 Kg ikan yang dicuci memerlukan air sebanyak 10 L. Karena massa jenis air adalah 1 g/ml, maka volume air yang diperlukan untuk proses pencucian setara dengan 10 Kg. Air yang telah digunakan untuk proses pencucian ini, atau disebut *grey water*, akan masuk ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran drainase. *Grey water* ini dianggap sebagai limbah cair karena tidak terdiri atas air saja, tetapi juga mengandung nutrien organik. Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu kepada literatur mengenai kandungan limbah cair industri pengolahan ikan tradisional, massa jenis limbah cair adalah **1,0001768 Kg/L**.

Tabel IV. 10 Tabulasi Volume Penggunaan Air Bersih dan Volume Limbah Cair (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Air Bersih yang Digunakan (L)	Volume limbah cair (Kg)
10% : 90%	17.473,61	174.736,08	174.766,97
20% : 80%	34.947,22	349.472,16	349.533,95
30% : 70%	52.420,82	524.208,24	524.300,92
40% : 60%	69.894,43	698.944,32	699.067,89
50% : 50%	87.368,04	873.680,40	873.834,87
60% : 40%	104.841,65	1.048.416,48	1.048.601,84
70% : 30%	122.315,26	1.223.152,56	1.223.368,81
80% : 20%	139.788,86	1.397.888,64	1.398.135,79
90% : 10%	157.262,47	1.572.624,72	1.572.902,76

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Volume air bersih yang dipakai berbanding lurus dengan volume bahan baku yang dicuci, sehingga semakin banyak bahan baku ikan pari yang masuk ke Sentra Ikan Bulak maka semakin banyak volume air bersih yang terpakai. Pada penelitian ini volume limbah cair yang dihasilkan sama banyaknya dengan volume air bersih yang digunakan, sehingga volume limbah cair yang masuk ke IPAL sama dengan volume air bersih yang digunakan pada proses pencucian ikan pari.



Gambar IV. 18 Perbandingan Antara Volume Bahan Baku Terhadap Limbah Cair yang Dihasilkan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

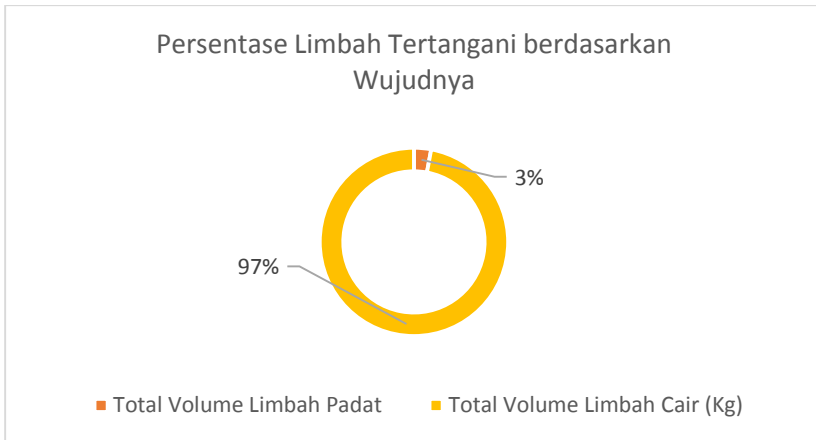
Secara keseluruhan, semua limbah yang dihasilkan dari industri pengasapan ikan pari Sentra Ikan Bulak (SIB) dapat tertangani. Limbah cair diolah terlebih dahulu di IPAL, sedangkan limbah padat disalurkan kepada pihak lain yang memanfaatkannya. Detail dari total volume limbah yang ditangani oleh Sentra Ikan Bulak sebagai hasil sampingan dari industri pengasapan ikan pari pada setiap skenario perhitungannya dapat dilihat pada **Tabel IV.11**.

Tabel IV. 11 Tabulasi Volume Limbah Tertangani (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Total Volume Limbah Padat	Total Volume Limbah Cair (Kg)	Total Volume Limbah Tertangani (Kg)
10% : 90%	5.295,67	174.766,97	180.062,64
20% : 80%	10.591,34	349.533,95	360.125,28
30% : 70%	15.887,00	524.300,92	540.187,92
40% : 60%	21.182,67	699.067,89	720.250,57
50% : 50%	26.473,34	873.834,87	900.313,21
60% : 40%	31.774,01	1.048.601,84	1.080.375,85
70% : 30%	37.069,68	1.223.368,81	1.269.438,49
80% : 20%	42.365,35	1.398.135,79	1.398.135,79
90% : 10%	47.661,01	1.572.902,76	1.620.563,77

Sumber: Hasil Analisis, 2017

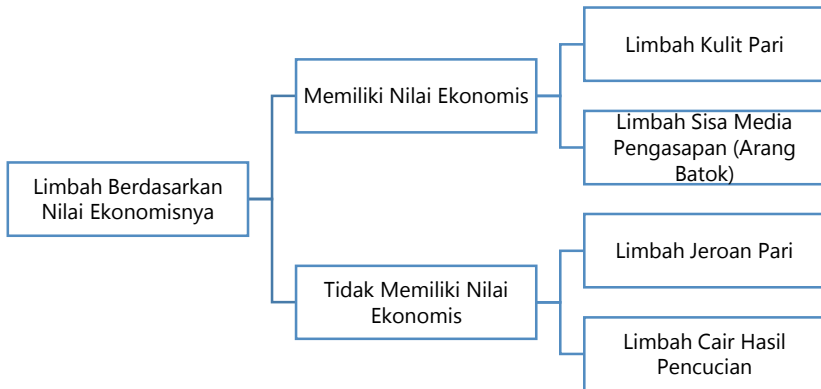
Berdasarkan hasil analisis, volume limbah padat berkontribusi sebesar 3% dari total limbah yang tertangani, sedangkan persentase limbah cair dari keseluruhan limbah adalah sebesar 97%.



Gambar IV. 19 Persentase Limbah Tertangani berdasarkan Wujudnya

Sumber: Hasil Analisis, 2017

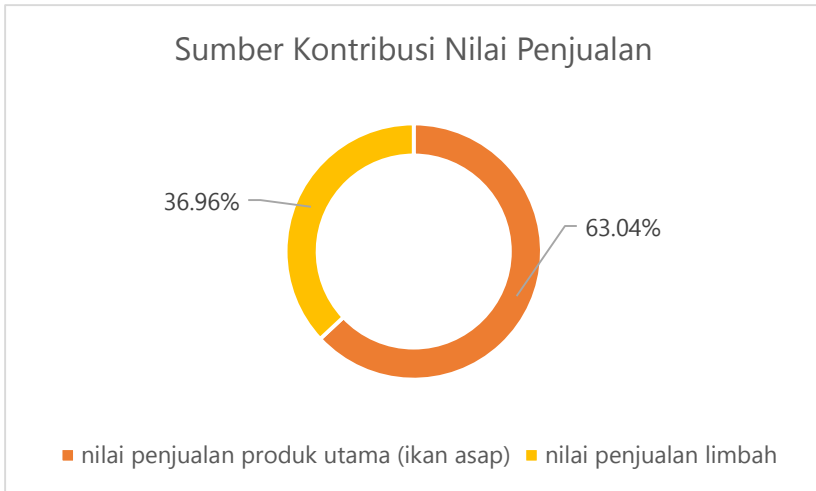
Berdasarkan nilai ekonomisnya, limbah dapat dibedakan berdasarkan limbah yang memiliki nilai ekonomis dan limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah yang memiliki nilai ekonomis adalah limbah kulit pari yang kemudian akan dimanfaatkan sebagai kulit samak serta limbah sisa media pengasapan yang berupa arang batok yang dijual oleh para pelaku usaha kepada pedagang sate. Adapun limbah jeroan tidak memiliki nilai penjualan karena limbah tersebut diberikan secara cuma-cuma kepada peternak lele untuk dimanfaatkan sebagai pakan lele.



Gambar IV. 20 Limbah yang Dihasilkan Berdasarkan Nilai Ekonomisnya

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Nilai penjualan dari limbah berbanding lurus terhadap volume ikan pari yang masuk ke industri pengasapan ikan. Secara keseluruhan nilai penjualan dari limbah **memiliki kontribusi sebesar 36,96% terhadap nilai penjualan total produk industri pengasapan ikan pari**. Tabulasi dari rincian nilai penjualan limbah pada setiap skenario dapat dilihat pada **Tabel IV.12**.



Gambar IV. 21 Diagram Lingkaran Sumber Kontribusi Nilai Penjualan Produk Industri Pengasapan Ikan Pari

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel IV. 12 Tabulasi Nilai Penjualan Produk Utama dan Limbah (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Volume Limbah dengan nilai ekonomis (Kg)		Nilai Penjualan Limbah (Rp)	Akumulasi Nilai Penjualan Ikan Pari Asap dan Limbah dengan Nilai Ekonomis (Rp)
				Kulit Pari	Arang Batok		
10% : 90%	17.473,61	11.990,22	444.967.611,92	48,93	5.183,84	260.904.265,58	705.871.877,50
20% : 80%	34.947,22	23.980,43	889.935.223,84	97,85	10.367,67	521.808.531,17	1.411.743.755,01
30% : 70%	52.420,82	35.970,65	1.334.902.835,76	146,78	15.551,51	782.712.796,75	2.117.615.632,51
40% : 60%	69.894,43	47.960,86	1.779.870.447,68	195,70	20.735,35	1.043.617.062,34	2.823.487.510,02
50% : 50%	87.368,04	59.951,08	2.224.838.059,60	244,63	25.919,19	1.304.521.327,92	3.529.359.387,52
60% : 40%	104.841,65	71.941,29	2.669.805.671,53	293,56	31.103,02	1.565.425.593,50	4.235.231.265,03
70% : 30%	122.315,26	83.931,51	3.114.773.283,45	342,48	36.286,86	1.826.329.859,09	4.941.103.142,54
80% : 20%	139.788,86	95.921,72	3.559.740.895,37	391,41	41.470,70	2.087.234.124,67	5.646.975.020,04
90% : 10%	157.262,47	107.911,94	4.004.708.507,29	440,33	46.654,53	2.348.138.390,26	6.352.846.897,55

Keterangan: interpretasi terdapat pada subbab 4.2.6.2

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4.2.6.3. Submodel Konsumsi

Untuk submodel konsumsi, entitas yang digunakan sebagai penghubung antara submodel produksi dengan konsumsi adalah *gap* atau selisih antara tingkat konsumsi ikan laut lainnya (yaitu selain ikan tongkol, tuna, cakalang, kembung, teri, dan *crustacea* laut) dengan volume produksi ikan pari asap.

Tabulasi hasil simulasi untuk submodel konsumsi (**Tabel IV.13**) ditampilkan sesuai dengan skenario yang digunakan, yaitu sebanyak 9 (sembilan) skenario pada *timestep* ke-13, yaitu akhir periode simulasi yang jatuh pada 1 Januari 2018. Setiap *timestep* adalah tanggal pertama setiap bulan selama periode simulasi (1 Januari 2017 – 1 Januari 2018).

Hasil simulasi pada semua skenario untuk submodel konsumsi menunjukkan hasil yang linear, yang mana semakin banyak jumlah penduduk maka jumlah ikan pari asap yang dibutuhkan untuk konsumsi semakin banyak. Pada akhir periode simulasi jumlah penduduk Kota Surabaya adalah sebanyak 3.519.780,54 jiwa (dibulatkan menjadi 3.519.781) dengan proyeksi tingkat konsumsi ikan laut (selain ikan tongkol, tuna, cakalang, kembung, teri, dan *crustacea* laut) 3.554.978,35. Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa produksi ikan pari asap belum mampu memenuhi tingkat konsumsi ikan penduduk Kota Surabaya, sehingga **ada selisih yang bisa dipenuhi oleh produksi ikan tangkap dari jenis lain**. Detail dari selisih volume yang bisa dipenuhi oleh produk lain berdasarkan setiap skenario yang disimulasikan dapat dilihat pada **Tabel IV.13**.

Tabel IV. 13 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Volume Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
10% : 90%	11.990,22	3.554.988,14
20% : 80%	23.980,43	3.530.997,92
30% : 70%	35.970,65	3.519.007,70

Skenario	Volume Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
40% : 60%	47.960,86	3.507.017,49
50% : 50%	59.951,08	3.495.027,27
60% : 40%	71.941,29	3.483.037,06
70% : 30%	83.931,51	3.471.046,84
80% : 20%	95.921,72	3.459.056,63
90% : 10%	107.911,94	3.447.066,41

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4.2.6.4. Hasil Simulasi Nilai Penjualan Secara Agregat

Jika pada subbab 4.6.1 hingga 4.6.3 hasil simulasi ditampilkan secara parsial berdasarkan submodel yang dikembangkan, maka pada bagian ini hasil simulasi yang berkaitan dengan nilai penjualan ditampilkan secara agregat berdasarkan 9 (sembilan) skenario yang telah ditampilkan. Detail dari nilai penjualan dapat dilihat pada **Tabel IV.14**. Secara keseluruhan, hasil simulasi dari kesembilan skenario tersebut adalah sebagai berikut:

- Kenaikan nilai penjualan ikan pari secara keseluruhan, yaitu akumulasi dari nilai penjualan produk yang terolah dan tidak terolah, berbanding lurus terhadap volume ikan pari yang dialokasikan sebagai bahan baku industri pengasapan ikan di Sentra Ikan Bulak (SIB). Artinya, semakin banyak ikan pari yang terolah melalui proses pengasapan, maka semakin tinggi pula nilai penjualan ikan pari secara keseluruhan.
- Semakin banyak ikan pari yang dialokasikan sebagai bahan baku industri pengasapan, maka semakin banyak pula limbah yang dihasilkan termasuk limbah yang memiliki nilai ekonomis.
- Kenaikan nilai penjualan ikan pari secara agregat ini timbul tidak hanya karena adanya proses pengolahan, tetapi juga karena implementasi produksi bersih yang mana limbah dengan nilai ekonomis turut berkontribusi terhadap nilai penjualan. Nilai penjualan dari limbah yang memiliki nilai

ekonomis mampu meningkatkan nilai penjualan ikan pari asap sebesar 58%.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel IV. 14 Hasil Simulasi Nilai Penjualan Secara Agregat (Periode Simulasi 1 Tahun)

Skenario	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Tidak Terolah (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Nilai Penjualan Ikan Pari Tidak Terolah (Rp)	Nilai Penjualan Limbah (Rp)	Summary Nilai Penjualan (Rp)
10% : 90%	11.990,22	157.262,47	444.967.611,92	3.145.249.440,00	260.904.265,58	3.851.121.317,50
20% : 80%	23.980,43	139.788,86	889.935.223,84	2.795.777.280,00	521.808.531,17	4.207.521.035,01
30% : 70%	35.970,65	122.315,26	1.334.902.835,76	2.446.305.120,00	782.712.796,75	4.563.920.752,51
40% : 60%	47.960,86	104.841,65	1.779.870.447,68	2.096.832.960,00	1.043.617.062,34	4.920.320.470,02
50% : 50%	59.951,08	87.368,04	2.224.838.059,60	1.747.360.800,00	1.304.521.327,92	5.276.720.187,52
60% : 40%	71.941,29	69.894,43	2.669.805.671,53	1.397.888.640,00	1.565.425.593,50	5.633.119.905,03
70% : 30%	83.931,51	52.420,82	3.114.773.283,45	1.048.416.480,00	1.826.329.859,09	5.989.519.622,54
80% : 20%	95.921,72	34.947,22	3.559.740.895,37	698.944.320,00	2.087.234.124,67	6.345.919.340,04
90% : 10%	107.911,94	17.473,61	4,004,708.507,29	349.472.160,00	2.348.138.390,26	6.702.319.057,55

Keterangan: Summary Nilai Penjualan adalah nilai total dari nilai penjualan ikan pari asap, nilai penjualan limbah, dan nilai penjualan ikan pari tidak terolah. Interpretasi terdapat pada subbab 4.7.

Sumber: Hasil Analisis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan proses analisis yang telah dilakukan dengan tujuan menghasilkan model simulasi *system dynamics* implementasi produksi bersih pada studi kasus industri pengasapan ikan pari skala UMKM di Sentra Ikan Bulak, ada beberapa poin yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. **SASARAN 1:** Pada studi ini batasan sistem pada industri pengasapan ikan berbahan dasar ikan pari meliputi submodel kegiatan pengasapan, submodel pengolahan limbah, dan submodel konsumsi, serta submodel tanpa pengolahan yang digunakan sebagai pembanding antara komoditas yang dijual tanpa mengalami proses pengolahan dengan yang mengalami proses pengolahan dengan cara pengasapan. Batas-batas dari setiap submodel yang dikembangkan adalah sebagai berikut:
 - Submodel kegiatan pengasapan: bahan baku, bagian tubuh ikan pari (daging, kulit, kepala, perut, jeroan, cocor), media pengasapan, konsumsi air, dan nilai penjualan produk
 - Submodel pengolahan limbah: produk sampingan (arang batok, kulit), limbah padat (jeroan, kulit, arang batok), limbah cair, nilai penjualan limbah (nilai penjualan kulit, nilai penjualan arang batok)
 - Submodel konsumsi: jumlah penduduk, tingkat konsumsi
 - Submodel penjualan tanpa pengolahan: produk mentah dan nilai penjualan produk mentah
2. **SASARAN 2:** Telah dihasilkan model yang merepresentasikan implementasi produksi bersih di Sentra Ikan Bulak (SIB) dengan nilai MAPE sebesar 0,01 untuk

entitas jumlah penduduk serta nilai RMSE sebar 17,97 Kg untuk entitas produk ikan asap.

3. **SASARAN 3:** Melalui produksi bersih, nilai penjualan tidak hanya bersumber dari produk utama, yaitu ikan pari asap, tetapi juga limbah yang memiliki nilai ekonomis, yaitu limbah kulit pari dan limbah sisa media pengasapan berupa arang batok. Penjualan limbah yang memiliki nilai ekonomis dapat meningkatkan nilai penjualan produk dari kegiatan pengasapan ikan pari SIB sebesar 58% dari nilai penjualan ikan pari asap. Secara keseluruhan, nilai penjualan produk limbah, yang dianggap sebagai produk sampingan, menyumbang kontribusi sebesar 36,96% terhadap total nilai penjualan produk.

5.2. Rekomendasi

Agar studi yang dilakukan oleh penulis dapat memberikan manfaat yang lebih banyak, maka penulis merekomendasikan beberapa hal antara lain:

1. Penelitian lanjutan yang mempertimbangkan kapasitas maksimal produksi dan kapasitas maksimal fasilitas penanganan limbah.
2. Penelitian lanjutan mengenai *system dynamics* implementasi produksi bersih pada jenis industri pengolahan ikan yang lain mengingat beragamnya jenis industri pengolahan ikan di Indonesia, terutama yang berskala UMKM. Gabungan dari beberapa model dalam klaster yang sama ini juga dapat digunakan untuk mencari nilai optimum implementasi produksi bersih secara keseluruhan dalam sebuah klaster.
3. Penelitian lanjutan yang mengintegrasikan pemakaian *object role modeling* sebagai komplementer dari *system dynamics*, pada studi kasus yang sama atau serupa.
4. Saran untuk pemerintah dan pelaku usaha: Arahkan peningkatan implementasi produksi bersih pada klaster industri pengolahan ikan, termasuk kolaborasi antar pelaku usaha dan peningkatan diversifikasi produk selain produk

utama yang memanfaatkan daging ikan. Kulit ikan pari selain dimanfaatkan untuk kulit samak juga dapat dimanfaatkan sebagai kerupuk rambak. Tulang pari pun dapat dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Haslinda B. 2013. “MEREDAM KONFLIK NELAYAN MELALUI DIVERSIFIKASI INDUSTRI RUMAH TANGGA NELAYAN DI KOTA PAREPARE.” *JURNAL ACADEMICA FISIP UNTAD Vol.05 No.01* 957-964.
- Anugerah Yuka Asmara, Sri Rahayu. 2013. “MENINGKATKAN DAYA SAING INDUSTRI KECIL MENENGAH MELALUI INOVASI DAN PEMANFAATAN JARINGAN SOSIAL: PEMBELAJARAN DARI KLASER INDUSTRI SOFTWARE DI INDIA.” *JP FEB UNSOED* 3 (1).
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2011. *LAPORAN KEGIATAN PENGENDALIAN PENCEMARAN KAWASAN PANTAI DAN PESISIR*. Surabaya: BLH Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. 2016. “Kecamatan Bulak Dalam Angka 2016.” Surabaya.
- Bank Indonesia. 2016. *Pola Pembiayaan Usaha Kecil Komoditas Pengolahan Ikan Pari Asap*. Jakarta: Bank Indonesia.
- Djamhari, DR Choirul. 2006. “FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERKEMBANGAN SENTRA UKM MENJADI KLASER DINAMIS.” *Infokop* 12 (29).
- Evan Bawiling, Victorina Z Tirayoh. 2014. “ANALISIS PERHITUNGAN HARGA POKOK DAN PERLAKUAN AKUNTANSI ATAS PRODUK SAMPINGAN PADA UD SINAR SAKTI.” *Jurnal EMBA* 745-754.

- Fatma, Erika. 2015. "Development of sustainable tuna processing industry using system dynamics simulation." *Procedia Manufacturing* 4: 107-114.
- Haryono, Slamet. 2009. "DINAMIKA LAHAN PERTANIAN DALAM PEREKONOMIAN KOTA TANGERANG : SUATU PENDEKATAN SYSTEM DYNAMICS SLAMET HARYONO." Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Heruwati, Endang Sri. 2004. "Pendekatan penerapan produksi bersih pada industri pengolahan hasil perikanan." *Buletin Hasil Teknologi Perikanan* 1-11.
- Hidajat, Janthy. 2014. "Model Pengelolaan Kawasan Permukiman Berkelanjutan di Pinggiran Kota Metropolitan Jabodetabek." Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ibrahim, Bustami. 2005. "KAJI ULANG SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI HASIL PERIKANAN SECARA BIOLOGIS DENGAN LUMPUR AKTIF." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*.
- Ibrahim, Bustami. 2004. "Pendekatan penerapan produksi bersih pada industri pengolahan hasil perikanan." *Buletin Teknologi Hasil Pertanian* 1-11.
- Komar, Nur. 2001. "Penerapan Pengasap Ikan Laut Bahan Bakar Tempurung Kelapa." *Jurnal Teknologi Pertanian Vol.2 No.1* 58-67.
- M Kholil, D Dwiharyadi. 2008. "Model Simulasi Pengembangan Industri Perikanan di Konawe Selatan dengan Sistem Dinamik."
- Margaretha Ardhnari, G Edw Nugrohadi, A Anteng Anggorowati. 2016. "Model Pembangunan Manusia Holistik Integratif

Untuk Peningkatan Kesejahteraan Perempuan Pengusaha Mikro Di Pesisir Surabaya.” Seminar Nasional Hasil Penerapan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat III 2016.

Maximilian Mrotzek, Guenther Ossimitz. 2008. “CATASTROPHE ARCHETYPES - USING SYSTEM DYNAMICS TO BUILD AN INTEGRATED SYSTEM THEORY OF CATASTROPHES.”

Mikkel Thrane, Eskild Holm Nielsen, Per Christensen. 2009. “CLEANER PRODUCTION IN DANISH FISH-PROCESSING - EXPERIENCES, STATUS AND POSSIBLE FUTURE STRATEGIES.” *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION* 17: 380-390.

Nayu Nurmalia, Richard W.E. Lumintang. 2006. “PEMBINAAN WANITA PENGOLAH IKAN ASIN DI PESISIR MUARA ANGKE JAKARTA UTARA.” *Jurnal Penyuluhan* 2 (2): 91-97.

Nurhayati, Popong. 2004. “NILAI TAMBAH PRODUK OLAHAN PERIKANAN INDUSTRI PERIKANAN TRADISIONAL DI DKI JAKARTA.” *Buletin Ekomomi Perikanan* V (2): 17-23.

Pemerintah Provinsi Jawa Timur. 2006. “Perda Provinsi Jawa Timur No.2 Tahun 2006 tentang RTRW Provinsi Jatim.”

Purwaningsih, Ratna, Sjarief Widjaja, Sri Gunan Partiw. 2012. “Pengembangan Model Simulasi Kebijakan Pengelolaan Ikan Berkelanjutan.” *Jurnal Teknik Industri* 14 (1): 25-43.

Ratna Purwaningsih, Haryo Santosa. 2015. “PENGEMBANGAN METODE PENILAIAN KEBERLANJUTAN (SUSTAINABILITY ASSESSMENT) KLASER

INDUSTRI PERIKANAN.” Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. 1-6.

Rheza Firmantoyo Pramono, Haryo Sulistyarso. 2013. “PENGEMBANGAN EKONOMI LOKAL DI KAWASAN PERIKANAN BERDASARKAN PREFERENSI MASYARAKAT NELAYAN NAMBANGAN KEDUNG COWEK.” *JURNAL TEKNIK POMITS VOL.2 NO.2* 203-206.

Swastawati, Fronthea. 2011. “Studi Kelayakan Dan Efisiensi Usaha Pengasapan Ikan Dengan Asap Cair Limbah Pertanian.” *JURNAL DINAMIKA EKONOMI PEMBANGUNAN* 18-24.

Yusroni, Nanang. 2009. “TAMBAH PENDAPATAN ANTAR PENGRAJIN PENGASAPAN IKAN MANYUNG , IKAN TONGKOL DAN IKAN PARI DI BANDARHARJO SEMARANG.” *Jurnal Ekonomi dan Bisnis* 139-148.

LAMPIRAN A

JAWABAN LEMBAR SCREENING

NAMA RESPONDEN	Yuyus
ALAMAT	Bulak
NO TELP/HP	-
TGL/BULAN/THN INTERVIEW	16 Februari 2017
JAM MULAI – JAM SELESEAI	14.00-14.10
DURASI	10 Menit

KRITERIA RESPONDEN

- 1 orang, laki-laki atau perempuan, berusia antara 30-55 tahun
- Pendidikan minimal SMP
- Merupakan pelaku usaha pengolahan ikan skala UMKM di kawasan Kenjeran minimal sejak 5 tahun terakhir

“Selamat (pagi/siang/sore/malam), nama saya Jennie Yuwono dari Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, ITS Surabaya. Dalam waktu dekat saya akan mengadakan diskusi mengenai industri pengasapan ikan dan sekarang kami sedang mencari responden yang sekiranya bersedia untuk terlibat dalam diskusi tersebut. Mohon diingat bahwa kami tidak berniat menjual apapun dan setiap informasi yang kami kumpulkan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian saja”.

Q1A. Jenis Kelamin (Observasi)

Jenis Kelamin	Kode	Keterangan
Laki-laki	1	LANJUTKAN
Perempuan	2	LANJUTKAN

Q1B. Usia (SA)

Usia	Kode	Keterangan
18-25 tahun	1	STOP & TK
26-30 tahun	2	STOP & TK
31-35 tahun	3	LANJUTKAN
36-40 tahun	4	LANJUTKAN
41-45 tahun	5	LANJUTKAN
46-50 tahun	6	LANJUTKAN
51-55 tahun	7	LANJUTKAN
56-60 tahun	8	STOP & TK
61-65 tahun	9	STOP & TK

Q1C. Pendidikan terakhir yang diselesaikan (SA)

Tingkat Pendidikan	Kode	Keterangan
Tidak tamat SD	1	STOP & TK
SD	2	STOP & TK
SMP	3	LANJUTKAN
SMA	4	LANJUTKAN

Q2. Lama bekerja sebagai pelaku usaha pengolahan ikan di kawasan Kenjeran hingga saat ini (SA)

Lama bekerja	Kode	Keterangan
<1 tahun	1	STOP & TK
1-2 tahun	2	STOP & TK
2-4 tahun	3	STOP & TK
>= 5 tahun	4	LANJUTKAN

Q3. Kesiediaan calon informan untuk terlibat dalam penelitian, terutama yang berkaitan dengan penentuan batasan sistem (SA)

Lama bekerja	Kode	Keterangan
Ya	1	LANJUTKAN
Tidak	2	STOP & TK

-SELESAI-

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

POIN PERTANYAAN DAN OBSERVASI MENGENAI PROSES PRODUKSI

Poin-poin ini digunakan untuk menentukan batasan sistem dalam bentuk diagram konseptual dan *causal loop*. Adapun pihak yang terlibat dalam menentukan batasan sistem adalah pelaku usaha yang telah melalui proses *screening*. Selain itu penulis juga harus mengobservasi kondisi lokasi studi untuk mengonfirmasi batasan sistem yang telah dirancang.

- Proses produksi ikan pari asap sejak masih berupa bahan baku hingga menjadi ikan asap
- Jenis limbah pari dan pemanfaatannya, termasuk produk turunan yang dihasilkan. Bagian tubuh ikan pari terdiri atas daging, jeroan, cocor, kepala, perut, dan kulit.
- Pihak yang memanfaatkan produk turunan dari ikan pari
- Material yang digunakan selama proses produksi
- Keterkaitan konsumsi dengan jumlah penduduk

Khusus untuk proses observasi:

- Jumlah unit tungku pengasapan yang terdapat di SIB
- Fasilitas produksi dan pengolahan limbah di SIB
- Proses produksi ikan pari asap
- Wujud dan penanganan limbah yang dihasilkan dari proses produksi ikan pari asap

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C
REKAPAN KUESIONER

No.	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Pendidikan Terakhir	Volume Bahan Baku (pari) (Kg/Hari)			Sumber Bahan Baku	Harga Bahan Baku (Rp/Kg)	Tenaga Kerja
					1	2	3			
1	Sadiyah	P	57	SD	10	20	10	kenjeran, pabean	20000	5
2	Romlah	P	60	Tidak sekolah	0	0	10	kenjeran, pabean	0	0
3	Yuyus	L	43	SMP	20	40	80	kenjeran, pabean	20000 - 40000 (tergantung musim)	1
4	Sumiati	P	50	SD	40	20	20	pabean	20000	0
5	Nur	P	45	SD	20	20	10	pabean	20000	0
6	Rohmani	P	40	SD	10	40	40	pabean	20000	0
7	Nasir	L	36	SMP	60	0	0	kenjeran, pabean	20000	1
8	Sam	L	52	SD	100	40	50	pabean	20000	4
9	Masulah	P	60	SD	20	40	40	kenjeran, pabean	20000	2
10	Aisyah	P	43	SMP	80	0	0	pabean, lamongan	20000 - 35000	1
11	Rohmani	P	40	SD	30	0	0	kenjeran	20000	2
12	Nurjannah	P	35	SD	40	40	20	pabean	20000	3
13	Burhan	L	39	SD	50	0	0	kenjeran	20000	
14	Romlah	P	60	Tidak sekolah	50	10	10	kenjeran	20000	1
15	Yanti	P	31	SMA	30	10	20	kenjeran	20000	1
16	Budiono	L	46	SMP	10	50	40	kenjeran	2000	1
17	Samheri	L	52	Tidak sekolah	100	50	80	Pabean, Kenjeran	15000	0 (dikerjakan sendiri dengan istri dan anak)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN D
OUTPUT HASIL SIMULASI NILAI PENJUALAN DAN PRODUKSI LIMBAH

Timestep ke-	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Volume Limbah Cair (Kg)	Volume Limbah dengan nilai ekonomis (Kg)		Nilai Penjualan Limbah (Rp)
					Kulit Pari	Arang Batok	
Skenario 1: 10%:90%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.456,13	999,18	37.080.634,33	14.563,91	4,08	431,99	21.742.022,13
3	2.912,27	1.998,37	74.161.268,65	29.127,83	8,15	863,97	43.484.044,26
4	4.368,40	2.997,55	111.241.902,98	43.691,74	12,23	1.295,96	65.226.066,40
5	5.824,54	3.996,74	148.322.537,31	58.255,66	16,31	1.727,95	86/968.088,53
6	7.280,67	4.995,92	185.403.171,63	72.819,57	20,39	2.159,93	108.710.110,66
7	8.736,80	5.995,11	222.483.805,96	87.383,49	24,46	2.591,92	130.452.132,79
8	10.192,94	6.994,29	259.564.440,29	101.947,40	28,54	3.023,90	152.194.154,92
9	11.649,07	7.993,48	296.645.074,61	116.511,32	32,62	3.455,89	173.936.177,06
10	13.105,21	8.992,66	333.725.708,94	131.075,23	36,69	3.887,88	195.678.199,19
11	14.561,34	9.991,85	370.806.343,27	145.639,14	40,77	4.319,86	217.420.221,32
12	16.017,47	10.991,03	407.886.977,59	160.203,06	44,85	4.751,85	239.162.243,45
13	17.473,61	11.990,22	444.967.611,92	174.766,97	48,93	5.183,84	260.904.265,58
Skenario 2: 20%:80%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2.912,27	1.998,37	74.161.268,65	29.127,83	8,15	863,97	43.484.044,26
3	5.824,54	3.996,74	148.322.537,31	58.255,66	16,31	1.727,95	86.968.088,53
4	8.736,80	5.995,11	222.483.805,96	87.383,49	24,46	2.591,92	130.452.132,79
5	11.649,07	7.993,48	296.645.074,61	116.511,32	32,62	3.455,89	173.936.177,06
6	14.561,34	9.991,85	370.806.343,27	145.639,14	40,77	4.319,86	217.420.221,32
7	17.473,61	11.990,22	444.967.611,92	174.766,97	48,93	5.183,84	260.904.265,58
8	20.385,88	13.988,58	519.128.880,57	203.894,80	57,08	6.047,81	304.388.309,85
9	23.298,14	15.986,95	593.290.149,23	233.022,63	65,23	6.911,78	437.872.354,11
10	26.210,41	17.985,32	667.451.417,88	262.150,46	73,39	7.775,76	391.356.398,38
11	29.122,68	19.983,69	741.612.686,53	291.278,29	81,54	8.639,73	434.840.442,64
12	32.034,95	21.982,06	815.773.955,19	320.406,12	89,70	9.503,70	478.324.486,90

Timestep ke-	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Volume Limbah Cair (Kg)	Volume Limbah dengan nilai ekonomis (Kg)		Nilai Penjualan Limbah (Rp)
					Kulit Pari	Arang Batok	
2	7.280,67	4.995,92	185.403.171,63	72.819,57	20,39	2.159,93	108.710.110,66
3	14.561,34	9.991,85	370.806.343,27	145.639,14	40,77	4.319,86	217.420.221,32
4	21.842,01	14.987,77	556.209.514,90	218.458,72	61,16	6.479,80	326.130.331,98
5	29.122,68	19.983,69	741.612.686,53	291.,278,29	81,54	8.639,73	434.840.442,64
6	36.403,35	24.975,54	927.015.858,17	364.097,86	101,93	10.799,66	543.550.553,30
7	43.684,02	29.975,54	1.112.419.029,80	436.917,43	122,32	12.959,59	652.260.663,96
8	50.964,69	34.971,46	1.297.822.201,44	509.737,01	142,70	15.119,52	760.970.774,62
9	58.245,36	39.967,38	1.483.225.373,07	582.556,58	163,09	17.279,46	869.680.885,28
10	65.536,03	44.963,31	1.668.628.544,70	655.378,15	183,47	19.439,39	978.390.995,94
11	72.806,70	49.959,23	1.854.031.716,34	728.195,72	203,86	21.599,32	1.087.101.106
12	80.087,37	54.955,15	2.039.434.887,97	801.015,29	224,24	23.759,25	1.195.811.217,26
13	87.368,04	59.951,08	2.224.838.059,60	873.834,87	244,63	25.919,19	1.304.521.327,92
Skenario 6: 60%:40%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	8.736,80	5.995,11	222.483.805,96	87.383,49	24,46	2.591,92	130.452.132,79
3	17.473,61	11.990,22	444.967.611,92	174.766,97	48,93	5.183,84	260.904.265,58
4	26.210,41	17.985,32	667.451.417,88	262.150,46	73,39	7.775,76	391.356.398,38
5	34.947,22	23.980,43	889.935.223,84	349.533,95	97,85	10.367,67	521.808.531,17
6	43.684,02	29.975,54	1.112.419.029,80	436.917,43	122,32	12.959,59	652.260.663,96
7	52.420,82	35.970,65	1.334.902.835,76	524.300,92	146,78	15.551,51	782.712.786,75
8	61.157,63	41.965,75	1.557.386.641,72	611.684,41	171,24	18.143,43	913.164.929,54
9	69.894,43	47.960,86	1.779.870.447,68	699.067,89	195,70	20.735,35	1.043.617.062,34
10	78.631,24	53.995,97	2.002.354.253,64	786.451,38	220,17	23.327,27	1.174.069.195,13
11	87.368,04	59.951,08	2.224.838.059,60	873.834,87	244,63	25.919,19	1.304.521.372,92
12	96.104,84	65.946,18	2.447.321.865,57	961.218,35	269,09	28.511,10	1.434.973.460,71
13	104.841,65	71.941,29	2.669.805.671,53	1.048.601,84	293,56	31.103,02	1.565.425.593,50
Skenario 7: 70%:30%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	10.192,94	6.994,29	259.564.440,29	101.947,40	28,54	3.023,90	152.194.154,92
3	20.385,88	13.988,58	519.128.880,57	203.894,80	57,08	6.047,81	304.388.309,85
4	20.578,81	20.982,88	778.693.320,86	305.842,20	85,62	9.071,71	456.582.464,77

Timestep ke-	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Volume Limbah Cair (Kg)	Volume Limbah dengan nilai ekonomis (Kg)		Nilai Penjualan Limbah (Rp)
					Kulit Pari	Arang Batok	
5	40.771,75	27.977,17	1.038.257.761,15	407.789,60	114,16	12.095,62	608.776.619,70
6	50.964,69	34.971,46	1.297.822.201,44	509.737,01	142,70	15.119,52	760.970.774,62
7	61.157,63	41.965,75	1.557.386.641,72	611.684,41	171,24	18.143,43	913.161.929,54
8	71.350,57	48.960,04	1.816.951.082,01	713.631,81	199,78	21.167,33	1.065.359.084,47
9	81.543,50	55.954,34	2.076.515.522,30	815.579,21	228,32	24.191	1.217.553.239,39
10	91.736,44	62.948,63	2.336.070.962,59	917.526,61	256,86	27.215,14	1.469.747.394,32
11	101.929,38	69.942,92	2.595.644.402,87	1.019.474,01	285,40	30.239,05	1.521.941.549,24
12	112.122,32	76.937,21	2.855.208.843,16	1.121.421,41	313,94	33.262,95	1.674.135.704,16
13	122.315,26	83.931,51	3.114.773.283,45	1.223.368,81	342,48	36.286,86	1.826.329.859,09
Skenario 8: 80%:20%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	11.649,07	7.993,48	296.645.074,61	116.511,32	32,62	3.445,89	173.936.177,06
3	23.298,14	15.986,95	593.290.149,23	233.022,63	65,23	6.911,78	347.872.354,11
4	34.947,22	23.980,43	889.935.223,84	349.533,95	97,85	10.367,67	521.808.531,17
5	46.596,29	31.973,91	1.186.580.298,46	466.045,26	130,47	13.823,57	695.744.708,22
6	58.245,36	39.967,38	1.483.225.373,07	582.556,58	163,09	17.279,46	869.680.885,28
7	69.894,43	47.960,86	1.770.870.447,68	699.067,89	195,70	20.7735,35	1.043.617.062,34
8	81.543,50	55.954,34	2.076.515.522,30	815.579,21	228,32	24.191,24	1.217.553.239,39
9	93.192,58	63.947,81	2.373.160.596,91	932.090,52	260,94	27.647,13	1.391.489.416,45
10	104.841,65	71.941,29	2.669.805.671,53	1.048.601,84	293,56	31.103,02	1.565.425.593,50
11	116.490,72	79.934,77	2.966.450.746,14	1.165.113,16	326,17	34.558,91	1.739.361.770,56
12	128.139,79	87.928,24	3.263.095.820,75	1.281.624,47	358,79	38.014,80	1.913.297.947,62
13	139.788,86	95.921,72	3.559.740.895,37	1.398.135,79	391,41	41.470,70	2.087.234.124,67
Skenario 9: 90%:10%							
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	13.105,21	8.992,66	333.725.708,94	131.075,23	36,69	3.887,88	195.678.199,19
3	26.210,41	17.985,32	667.451.317,88	262.150,46	73,30	7.775,76	391.356.398,38
4	39.315,62	26.977,98	1.001.177.126,82	393.225,69	110,30	11.663,63	587.034.597,56
5	52.420,82	35.970,65	1.334.902.835,76	524.300,92	146,78	15.551,51	782.712.796,75
6	65.526,03	44.963,31	1.668.628.554,70	655.376,15	183,47	19.439,39	978.390.995,94
7	78.631,24	53.955,97	2.002.354.253,64	786.451,38	220,17	23.327,27	1.174.069.195,13

Timestep ke-	Volume Bahan Baku Ikan Pari Asap (Kg)	Volume Ikan Pari Asap (Kg)	Nilai Penjualan Ikan Pari Asap (Rp)	Volume Limbah Cair (Kg)	Volume Limbah dengan nilai ekonomis (Kg)		Nilai Penjualan Limbah (Rp)
					Kulit Pari	Arang Batok	
8	91.736,44	62.948,63	2.335.079.962,59	917.526,61	256,86	27.215,14	1.369.7471394,32
9	104.841,65	71.941,29	2.669.805671,53	1.048.601,84	293,56	31.103,02	1.565.425.593,50
10	117.946,85	80.933,95	3.003.531.380,47	1.179.677,07	330,25	34.990,90	1.761.103.792,69
11	131.052,06	89.926,61	3.337.257.089,41	1.310.752,30	366,95	38.878,78	1.956.781.991,88
12	144.157,27	98.919,27	3.670.982.789,35	1.441.827,53	403,64	42.755,66	2.152.460.191,07
13	157.262,47	107.911,94	4.004.708.507,92	1.572.902,76	440,33	46.654,53	2.348.138.390,26

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN E

OUTPUT HASIL SIMULASI SUBMODEL KONSUMSI

Tabel 1 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario
20%:80%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	999,18	3.553.197,26
3	3.519.076,76	296,188.96	1.998,37	3.552.269,16
4	3.519.147,14	296,194.88	2.997,55	3.551.341.05
5	3.519.217,51	296,200.81	3.996,74	3.550.412,95
6	3.519.287,89	296,206.73	4.995,92	3.549.484,85
7	3.519.358,27	296,212.65	5.995,11	3.548.556,75
8	3.519.428,65	296,218.58	6.994,29	3.547.638,65
9	3.519.499,03	296,224.50	7.993,48	3.546.700,54
10	3.519.569,41	296,230.43	8.992,66	3.545.844,34
11	3.519.639,79	296,236.35	9.991,85	3.544.844,34
12	3.519.710,17	296,242.27	10.991,03	3.543.916,24
13	3.519.780,54	296,248.20	11.990,22	3.542.988,14

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel 2 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario
20%:80%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	999,18	3.552.198,07

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
3	3.519.076,76	296,188.96	1.998,37	3.550.270,79
4	3.519.147,14	296,194.88	2.997,55	3.548.343,50
5	3.519.217,51	296,200.81	3.996,74	3.546.416,21
6	3.519.287,89	296,206.73	4.995,92	3.544.488,93
7	3.519.358,27	296,212.65	5.995,11	3.542.561,64
8	3.519.428,65	296,218.58	6.994,29	3.540.634,35
9	3.519.499,03	296,224.50	7.993,48	3.538.707,07
10	3.519.569,41	296,230.43	8.992,66	3.536.779,78
11	3.519.639,79	296,236.35	9.991,85	3.534.852,49
12	3.519.710,17	296,242.27	10.991,03	3.532.925,21
13	3.519.780,54	296,248.20	11.990,22	3.530.997,92

Sumber: Hasil Analisis, 2017

**Tabel 3 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario
30%:70%, Periode Simulasi 1 Tahun)**

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	1.998,37	3.551.198,89
3	3.519.076,76	296,188.96	3.996,74	3.548.272,42
4	3.519.147,14	296,194.88	5.995,11	3.545.345,95
5	3.519.217,51	296,200.81	7.993,48	3.542.419,47
6	3.519.287,89	296,206.73	9.991,85	3.539.493,00
7	3.519.358,27	296,212.65	11.990,22	3.536.566,53
8	3.519.428,65	296,218.58	13.988,58	3.533.640,06
9	3.519.499,03	296,224.50	15.986,95	3.530.713,59
10	3.519.569,41	296,230.43	17.985,32	3.527.787,12
11	3.519.639,79	296,236.35	19.983,69	3.524.860,65
12	3.519.710,17	296,242.27	21.982,06	3.521.934,18
13	3.519.780,54	296,248.20	23.980,43	3.519.007,70

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel 4 Tabulasi Hasil Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario 40%:60%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
T	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	2.997,55	3.550.199,70
3	3.519.076,76	296,188.96	5.995,11	3.546.274,05
4	3.519.147,14	296,194.88	8.992,66	3.542.348,39
5	3.519.217,51	296,200.81	11.990,22	3.538.422,74
6	3.519.287,89	296,206.73	14.987,77	3.534.497,08
7	3.519.358,27	296,212.65	17.985,32	3.530.571,42
8	3.519.428,65	296,218.58	20,982,88	3.526.645,77
9	3.519.499,03	296,224.50	23.980,43	3.522.720,11
10	3.519.569,41	296,230.43	26.977,98	3.518.794,46
11	3.519.639,79	296,236.35	29.975,54	3.514.868,80
12	3.519.710,17	296,242.27	32.973,09	3.510.943,15
13	3.519.780,54	296,248.20	35.970,65	3.507.017,49

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Tabel 5 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario 50%:50%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	4.995,92	3.549.200,52
3	3.519.076,76	296,188.96	9.991,85	3.544.275,68
4	3.519.147,14	296,194.88	14.987,77	3.539.350,84
5	3.519.217,51	296,200.81	19.983,69	3.543.426,00
6	3.519.287,89	296,206.73	24.975,54	3.529.501,16
7	3.519.358,27	296,212.65	29.975,54	3.524.576,32

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
8	3.519.428,65	296,218.58	34.971,46	3.519.651,48
9	3.519.499,03	296,224.50	39.967,38	3.514.726,64
10	3.519.569,41	296,230.43	44.963,31	3.509.801,80
11	3.519.639,79	296,236.35	49.959,23	3.504.876,96
12	3.519.710,17	296,242.27	54.955,15	3.499.952,12
13	3.519.780,54	296,248.20	59.951,08	3.495.027,27

Sumber: Hasil Analisis, 2017

**Tabel 6 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario
60%:40%, Periode Simulasi 1 Tahun)**

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	5.995,11	3.548.201,33
3	3.519.076,76	296,188.96	11.990,22	3.542.277,31
4	3.519.147,14	296,194.88	17.985,32	3.536.353,28
5	3.519.217,51	296,200.81	23.980,43	3.530.429,26
6	3.519.287,89	296,206.73	29.975,54	3.524.505,23
7	3.519.358,27	296,212.65	35.970,65	3.518.581,21
8	3.519.428,65	296,218.58	41.965,75	3.512.657,18
9	3.519.499,03	296,224.50	47.960,86	3.506.733,16
10	3.519.569,41	296,230.43	53.995,97	3.500.809,13
11	3.519.639,79	296,236.35	59.951,08	3.494.885,11
12	3.519.710,17	296,242.27	65.946,18	3.488.961,08
13	3.519.780,54	296,248.20	71.941,29	3.483.037,06

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel 7 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario 70%:30%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125,36
2	3.519.006,38	296,183.04	6.994,29	3.546.202,15
3	3.519.076,76	296,188.96	13.988,58	3.540.278,94
4	3.519.147,14	296,194.88	20.982,88	3.533.355,73
5	3.519.217,51	296,200.81	27.977,17	3.526.432,52
6	3.519.287,89	296,206.73	34.971,46	3.519.509,31
7	3.519.358,27	296,212.65	41.965,75	3.512.586,10
8	3.519.428,65	296,218.58	48.960,04	3.505.662,89
9	3.519.499,03	296,224.50	55.954,34	3.498.739,68
10	3.519.569,41	296,230.43	62.948,63	3.491.816,47
11	3.519.639,79	296,236.35	69.942,92	3.484.983,26
12	3.519.710,17	296,242.27	76.937,21	3.477.920,05
13	3.519.780,54	296,248.20	83.931,51	3.471.046,84

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel 8 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario 80%:20%, Periode Simulasi 1 Tahun)

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125.36
2	3.519.006,38	296,183.04	7.993,48	3.546.202,97
3	3.519.076,76	296,188.96	15.986,95	3.538.280,57
4	3.519.147,14	296,194.88	23.980,43	3.530.358,18
5	3.519.217,51	296,200.81	31.973,91	3.522.435,78
6	3.519.287,89	296,206.73	39.967,38	3.514.513,39
7	3.519.358,27	296,212.65	47.960,86	3.506.590,99
8	3.519.428,65	296,218.58	55.954,34	3.498.669,60
9	3.519.499,03	296,224.50	63.947,81	3.490.746,21

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
10	3.519.569,41	296,230.43	71.941,29	3.482.823,81
11	3.519.639,79	296,236.35	79.934,77	3.474,901,42
12	3.519.710,17	296,242.27	87.928,24	3.466.979,02
13	3.519.780,54	296,248.20	95.921,72	3.459.056,63

Sumber: Hasil Analisis, 2017

**Tabel 9 Tabulasi Simulasi Submodel Konsumsi (Skenario
90%:10%)**

<i>Time step ke-</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Konsumsi	Produksi Ikan Pari Asap (Kg)	Gap (Kg/Tahun)
1	3.518.936,00	299.177,11	0,00	3.554.125.36
2	3.519.006,38	296,183.04	8.992,66	3.545.203,78
3	3.519.076,76	296,188.96	17.985,32	3.536.282,20
4	3.519.147,14	296,194.88	26.977,98	3.527.360,62
5	3.519.217,51	296,200.81	35.970,65	3.518.439,04
6	3.519.287,89	296,206.73	44.963,31	3.509.517,47
7	3.519.358,27	296,212.65	53.955,97	3.500.595,89
8	3.519.428,65	296,218.58	62.948,63	3.491.674,31
9	3.519.499,03	296,224.50	71.941,29	3.482.752,73
10	3.519.569,41	296,230.43	80.933,95	3.473.831,15
11	3.519.639,79	296,236.35	89.926,61	3.464.909,57
12	3.519.710,17	296,242.27	98.919,27	3.455.987,99
13	3.519.780,54	296,248.20	107.911,94	3.447.066,41

Sumber: Hasil Analisis, 2017

BIOGRAFI PENULIS



Jennie Yuwono dilahirkan di Gent, Belgia, pada 5 Mei 1995 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Masa kecilnya ia lalui di beberapa kota, dari Gent, Magetan, Bogor, dan Bonn, sebelum akhirnya kembali ke Bogor dan menetap di sana hingga lulus dari SMA Negeri 1 Kota Bogor. Pada tahun 2013 penulis diterima di Jurusan

Perencanaan Wilayah dan Kota ITS melalui jalur SBMPTN.

Selain mengikuti perkuliahan penulis sempat menjadi asisten dosen untuk mata kuliah (MK) Statistika Perencanaan, Praktek Perencanaan Kota, dan Metodologi Penelitian. Bagi penulis menjadi asisten dosen bukan hanya merupakan pengalaman yang menyenangkan, tetapi juga mengubah perspektifnya mengenai sistem pengajaran. Di luar kegiatan kampus, penulis juga pernah menjadi Juara II Lomba Debat GEOS mengenai isu perkotaan. Untuk menunjang minatnya di dunia kepenulisan dan *start up* penulis pernah menjadi *content writer* untuk Cozora, yaitu sebuah *start up* di bidang pendidikan.

Penulis dapat dihubungi melalui email melalui alamat jennieyuwono@gmail.com.